(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 765 069**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **97 07837**

(51) Int Cl^6 : H 05 K 9/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 24.06.97.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 24.12.98 Bulletin 98/52.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

(71) **Demandeur(s)** : *ELECTRICITE DE FRANCE - SERVICE NATIONAL* — FR.

(72) **Inventeur(s)** : JOHANNET PIERRE.

(73) **Titulaire(s)** :

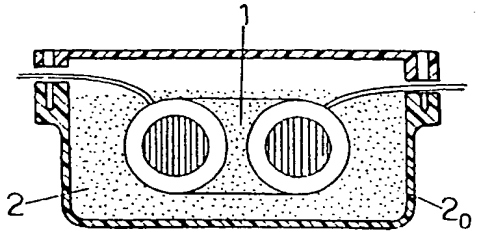
(74) **Mandataire(s)** : CABINET PLASSERAUD.

(54) DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN CIRCUIT ELECTRIQUE CONTRE LES MICRODECHARGES D'INTERFACE.

(57) L'invention concerne un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques correspondants.

Le dispositif comprend, au voisinage du circuit électrique (1_o), un élément (2, 2) d'atténuation/ absorption de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges et des vibrations susceptibles d'affecter le circuit électrique.

Application aux circuits électriques de tout type, en particulier dans le domaine de la HiFi.



FR 2 765 069 - A1

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN CIRCUIT ELECTRIQUE CONTRE LES MICRODECHARGES D'INTERFACE.

L'invention concerne un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et l'application de ce dispositif à des circuits électriques spécifiques.

Le phénomène de microdécharges électriques a été mis en évidence dans le cadre de la dégradation avérée de la qualité de restitution sonore de la musicalité des chaînes haute fidélité.

Lorsque, dans ce type d'appareil, une interface conducteur électrique -isolant est soumise à un champ électrique variable, des décharges électriques se produisent au niveau de cette interface, même dans le cas où ces champs électriques sont engendrés à partir de tensions de faible valeur, de l'ordre du millivolt, valeurs de tensions très courantes lors de la mise en oeuvre de signaux audiofréquences. Ces décharges, bien que très rapides, 0,1 µs, et à des niveaux relatifs de -80 dB par rapport au signal audiofréquences, sont toutefois susceptibles d'engendrer des champs électriques variables rayonnés non négligeables. Elles sont plus particulièrement désignées par l'expression micro-décharges d'interface. En particulier, elles présentent des fréquences de récurrence appartenant au domaine de fréquences du spectre audible et sont corrélées avec le signal audiofréquences, ce qui rend ces dernières particulièrement nocives quant à la qualité de restitution sonore et à la musicalité de ce type d'appareil.

Des éléments techniques relatifs à leur mode de production, en vue d'une meilleure musicalité, ont été décrits notamment dans la demande de brevet français n° 96 12369 déposée le 10 octobre 1996 et incorporée dans la présente demande de brevet à titre de référence.

Ainsi, lorsqu'un conducteur électrique isolé est soumis à un champ électrique variable, des décharges se

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

produisent à l'interface conducteur électrique diélectrique/ isolant, suivant un processus de relaxation selon l'hypothèse la plus vraisemblable, confer figure 0a. Les champs électriques rayonnés par rapport à la masse ou tension de référence de l'appareil peuvent toutefois être importants, en tout cas non négligeables.

Dans le cadre d'une modélisation du phénomène tel que représenté en figure 0b, basée sur l'hypothèse de la décharge disruptive ou claquage d'une couche isolante immédiatement en contact avec le conducteur électrique, C_1 désigne la capacité électrique des couches isolantes immédiatement en contact avec le conducteur électrique, C_2 la capacité conducteur - tension de référence ou masse, e désigne un éclateur "provoquant" le phénomène de micro-décharge.

La tension variable relevée aux bornes de la capacité électrique C_1 des couches immédiatement en contact avec le conducteur électrique est représentée en figure 0c. Cette tension témoigne de l'existence d'oscillations de relaxation très rapides dont la fréquence de récurrence perturbe le signal audiofréquences.

Les microdécharges ont donc une origine, un comportement et un effet premier qui les apparentent directement aux décharges partielles (DP) bien connues en isolation Haute Tension, voire à l'effet couronne qui se manifeste dans un gaz autour de conducteurs portés à des potentiels élevés.

Des travaux et investigations menés relativement au phénomène des microdécharges, au sein des laboratoires d'ELECTRICITE DE FRANCE par Monsieur P.JOHANNET, ont permis toutefois d'en préciser certaines caractéristiques.

- les microdécharges apparaissent pour des tensions électriques de milieu très faibles, inférieures au millivolt. Elles ne semblent pas soumises à un effet de seuil.
- la tension de claquage de ces microdécharges est très

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

faible, probablement comprise entre 1 µV et 1 mV.

- les fronts de décharge sont très rapides, inférieurs à 1 ns.
- les microdécharges engendrent nécessairement localement une onde électromagnétique qui constitue, notamment pour les circuits électriques ou électroniques audiofréquences, un élément perturbateur majeur.

En outre, des décharges de même type peuvent apparaître à la surface externe de l'isolant recouvrant le conducteur, en fait à l'interface isolant - air. Ce phénomène est en particulier justifié par l'effet Maxwell-Wagner selon lequel des concentrations de charges électriques à l'interface entre deux couches de matériaux isolants peuvent se produire.

Des investigations supplémentaires ont montré que ces microdécharges étaient éminemment sensibles à l'état vibratoire, au sens mécanique du terme, de leur support. Ce phénomène apparente donc, en outre, le phénomène des microdécharges électriques aux phénomènes tribo-électriques connus, avec toutefois l'existence supplémentaire d'une ou plusieurs ondes électromagnétiques néfastes, en raison de leur effet direct sur les signaux électroniques audiofréquences engendrés, transmis ou traités par ces circuits.

Leur mode d'action vis-à-vis du conducteur électrique support peut, en référence à la figure 0d, être établi de la manière ci-après.

Correspondant en fait à un phénomène de microclaquage conducteur - isolant, elles perturbent le courant électrique transitant dans le conducteur électrique support en y prélevant de l'énergie électrique. L'importance de cette perturbation dépend bien entendu des conditions locales du milieu conducteur support. Compte tenu des valeurs de capacités électriques très réduites mises en jeu, quelques picofarads, leur mode d'action local est faible.

Toutefois, leur mode d'action global ne peut être négligé. En effet, le phénomène de microdécharges se traduit globale-

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

ment par une onde électromagnétique, comme toute décharge, laquelle peut être guidée par les parties conductrices. La longueur d'onde associée au phénomène de microdécharges est comprise dans le vide entre 1 et 30 cm, ce qui correspond à des fréquences radioélectriques comprises entre 3 et 30 GHz.

Une confirmation directe des phénomènes et caractéristiques précités a pu être obtenue, d'une part, par la mise en évidence de la transmission d'une telle onde électromagnétique, par l'intervalle isolant, de quelques millimètres, existant entre la borne de sortie d'une alimentation et le boîtier de cette alimentation, lui-même connecté à la terre, et, d'autre part, par l'atténuation susceptible d'être apportée à cette onde électromagnétique selon l'un des objets mêmes de la présente invention.

Lorsque l'onde associée aux microdécharges d'interface atteint un circuit électronique, une partie de celle-ci est captée par les éléments du circuit, lesquels, en raison de leur caractéristique de transfert non linéaires aux fréquences considérées - c'est en particulier le cas des soudures et des contacts - procèdent à un phénomène de détection générateur de tensions parasites.

Ce phénomène est d'ailleurs aggravé par le fait que les microdécharges sont fréquemment corrélées avec le signal électronique BF transmis ou même avec les vibrations mécaniques engendrées ou introduites par ce dernier, lequel peut alors être fortement perturbé.

Ainsi, compte tenu du phénomène précité et plus particulièrement du caractère micro-ondes, de type SHF, de l'onde électromagnétique parasite, car associée aux microdécharges d'interface, ainsi engendrée, l'action paradoxale de celle-ci sur les circuits peut être résumée ci-après :

- les composants électriques discrets sont susceptibles de servir à la fois d'émetteurs et de récepteurs. En qualité de récepteurs, ils peuvent capter leur propre émission, et ainsi l'amplifier, ou celle de composants extérieurs ;

BNSDOCID: <FR__2765069A1_I_>

- l'influence de l'onde électromagnétique associée aux microdécharges d'interface sur le signal utile se produit par intermodulation et détection, compte tenu des non linéarités de transfert existant à de telles fréquences radioélectriques ;

- la disposition des composants est très importante car elle conditionne l'aptitude de ces derniers à capter ou non cette onde électromagnétique. Ainsi, il peut paraître plus avantageux de disposer ces composants suivant des directions quelconques ... ;

- la câblage, pour cette même raison, est critique ainsi que la composition et la structure des circuits imprimés, car chaque conducteur constitue, aux fréquences précitées, une antenne émettrice réceptrice. La présence d'isolant sur les fils de câblage favorise d'ailleurs le processus générateur de cette onde électromagnétique ;

- un composant d'apparence anodine, tel qu'un by-pass ou un socle de fiche de connexion, peut se révéler désastreux ;

- les isolants électriques ou autres écrans absorbants présentent un comportement très variable aux fréquences précitées et peuvent par exemple focaliser, réfléchir ou diffracter les ondes en donnant des résultats totalement inattendus ;

- l'onde associée aux microdécharges d'interface peut être guidée à l'extérieur des conducteurs et est donc parfaitement en mesure de franchir une prise, un transformateur ou autre composant tel que bobinage ;

- le conditionnement en rack ou autre de maquettes, fonctionnant parfaitement sur table d'étude, peut s'avérer catastrophique pour la musicalité des appareils audiofréquences, alors que les mesures électroniques classiques, telles que le rapport signal à bruit, n'ont pas été sensiblement modifiées, voire apparaissent meilleures. En fait, un tel conditionnement a eu pour effet inattendu la création d'un résonateur ou même un "four à micro-ondes" pour l'onde

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

électromagnétique associée aux microdécharges d'interface ;

- l'onde électromagnétique issue de microdécharges peut elle-même déclencher d'autres microdécharges sur les interfaces isolant - conducteur ou isolants - isolants où se trouvent des champs électriques de type électrostatique associés au signal audio, par un effet de type effet d'avalanche ;

- l'alimentation secteur apparaît comme une source majeure de microdécharges :

- tension élevée, 230 V ;
- propagation de microdécharges engendrées par l'ensemble des récepteurs raccordés dans le voisinage.

La présente invention a pour objet la mise en oeuvre d'un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface.

Un autre objet de la présente invention concerne plus particulièrement la mise en oeuvre de moyens d'atténuation de l'onde électromagnétique associée aux microdécharges d'interface de tout circuit électrique.

Un autre objet de la présente invention concerne également, de manière plus spécifique, la mise en oeuvre de moyens d'absorption de l'onde électromagnétique associée aux microdécharges d'interface de tout circuit électrique.

Un autre objet de la présente invention est également, de manière plus spécifique, la mise en oeuvre de moyens d'absorption des vibrations mécaniques susceptibles d'affecter le circuit électrique aux fins de réduire la contribution tribo-électrique à l'onde électromagnétique associée aux microdécharges d'interface.

Le dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, objet de la présente invention, incorporant de tels moyens, sera mieux compris à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après, dans lesquels, outre les figures 0a à 0d relatives à des éléments techniques

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

connus de l'inventeur, Monsieur P.JOHANNET :

- la figure 1a représente un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans un premier mode de réalisation ;

- la figure 1b représente un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans un deuxième mode de réalisation ;

- la figure 2 représente un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par un haut-parleur,

- les figures 3a, 3b et 3c représentent un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par la cellule de lecture et les conducteurs de raccordement électrique d'un phonocapteur ;

- les figures 4a et 4b représentent un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par un transformateur et un transformateur d'isolement respectivement ;

- les figures 5a et 5b représentent, dans une première et une deuxième variante de réalisation, un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par un circuit de composants discrets câblés sur une plaquette de circuit imprimé ;

- les figures 6a, 6b, 6c et 6d représentent un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est

constitué par une prise électrique ou électronique particulière ;

- les figures 7a et 7b représentent un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par des éléments discrets câblés sur une plaquette de circuit imprimé ;

- la figure 8 représente un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, dans le cas où le circuit électrique est constitué par une alimentation stabilisée.

Les différentes figures sont représentées en coupe, au moins partielle, afin de mieux mettre en évidence les différents constituants.

Une description plus détaillée d'un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, sera maintenant donnée dans un premier puis dans un deuxième mode de réalisation en relation avec les figures 1a et 1b.

D'une manière générale, on indique que le dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, objet de la présente invention, a vocation à une application à tout type de circuit électrique, la notion de circuit électrique couvrant un domaine aussi large que celui relatif à des conducteurs électriques, ou simples câbles électriques, des circuits électriques beaucoup plus élaborés tels que des transformateurs, des circuits électriques à composants discrets ou sous forme de composants à circuit intégré câblés sur une plaquette de circuit imprimé, des prises électriques et/ou électroniques, des appareils électrodyna-

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

miques tels que les hauts-parleurs ou les cellules de lecture de phonocapteurs par exemple.

D'une manière générale, le dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, objet de la présente invention, est remarquable en ce qu'il comprend, au voisinage de ce circuit électrique, un élément d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface.

En référence à la figure 1a et à titre d'exemple non limitatif, le circuit électrique, sur cette figure, est réputé constitué par une pluralité de conducteurs électriques tels que des fils émaillés de 5/10ème de mm de diamètre, ces conducteurs portant la référence 1 sur la figure 1a.

L'élément d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface, normalement présentes à l'interface entre les conducteurs électriques 1 précités et l'espace environnant, voire l'émail constituant isolant recouvrant ces fils ou conducteurs électrique, porte la référence 2 sur la figure 1a.

Dans le mode de réalisation tel que représenté en figure 1a, l'élément d'atténuation 2 de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface comprend avantageusement un revêtement de matériau semi-conducteur appliqué sur la surface externe du conducteur électrique 1. Ainsi, l'élément 2, conformément à un aspect particulièrement avantageux de la présente invention, est constitué par ce matériau semi-conducteur dont la résistivité linéique est choisie dans une plage de valeurs adaptée, de façon à permettre à la fois le maintien de la surface externe du conducteur électrique à un potentiel électrique statique de valeur locale constante, voisine de celle du conducteur électrique 1, et d'absorber l'ensemble des courants électriques erratiques de décharge provoqués par les microdécharges

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

d'interface, et ainsi atténuer l'onde électromagnétique engendrée par celles-ci.

D'une manière plus spécifique, on indique que le revêtement semi-conducteur constituant l'élément 2 d'atténuation de l'onde électromagnétique présente une résistivité linéique de valeur ρ comprise entre 0,1 Ωm et 10 Ωm.

Dans un mode de réalisation non limitatif du dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, on indique que l'élément 2 absorbant de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface peut être constitué par une solution saline liquide ou un gel de celle-ci présentant une résistivité voisine de 0,7 Ωm correspondant à celle du sérum physiologique par exemple, cette solution s'étant montrée particulièrement performante.

Bien entendu, ainsi que représenté sur la figure 1a précitée, il est alors nécessaire, afin de constituer cet élément absorbant en un manchon enrobant les conducteurs 1 électriques, de prévoir une enceinte formée par exemple par un tube plastique en polyéthylène ou en polytétrafluoréthylène par exemple, portant la référence 2_0 sur la même figure 1a.

L'enceinte ainsi réalisée peut être fermée de manière étanche au moyen de manchons d'étanchéité d'extrémité, notés 2_1 sur la figure 1a, l'étanchéité pouvant en outre être parfaite au moyen d'un joint silicone, portant la référence 2_2 sur la même figure 1a, l'ensemble joint silicone / manchon d'étanchéité précité, 2_2, 2_1, permettant la traversée étanche des conducteurs électriques 1 par exemple. Enfin, une gaine thermorétractable 2_3 peut être prévue à chaque extrémité de l'enceinte ou tube plastique 2_0 pour constituer ainsi un câble protégé conformément à l'objet de la présente invention et portant la référence CP ultérieurement dans la description. Le passage des conduc-

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

teurs électriques 1 au travers du manchon d'étanchéité 2, peut être colmaté au moyen d'une résine époxy par exemple, référencée 2, sur la figure 1a.

Enfin, dans un mode de réalisation préférentiel, on indique que l'élément d'atténuation 2 peut par exemple être constitué par une solution de chlorure de sodium NaCl à 0,9% ou encore par le sérum physiologique.

Selon un aspect particulièrement avantageux du dispositif de protection, objet de la présente invention, on indique que l'élément d'atténuation 2 de l'onde électromagnétique engendrée par les microdécharges d'interface comprend un élément absorbant de cette onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface.

Ainsi, il s'est avéré, ainsi qu'il sera décrit de manière plus détaillée ultérieurement dans la description, que, outre l'atténuation et l'absorption de l'ensemble des courants électriques erratiques de décharges provoqués par les microdécharges d'interface, cette atténuation ayant pour effet selon les lois de Maxwell d'atténuer en conséquence l'amplitude du champ électromagnétique ainsi rayonné, ce même élément d'atténuation 2 de l'onde électromagnétique permettait également d'assurer une absorption de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface par une atténuation du champ électrique propagé par rayonnement en raison de la propriété semi-conductrice de l'élément d'atténuation 2 précité.

On rappelle en effet que pour une propagation guidée d'une onde électromagnétique dans un guide d'onde, les conditions aux limites des parois électriquement conductrices du guide d'onde imposent une valeur de champ sensiblement nulle au voisinage de ces parois. De la même manière, l'élément d'atténuation 2, en raison de ses propriétés semi-conductrices, a pour effet de réduire la valeur du champ électromagnétique ainsi rayonné en raison de l'apparition du phénomène de microdécharges d'interface.

Une deuxième variante de réalisation du dispositif

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, sera maintenant décrite en liaison avec la figure 1b.

Dans le cas de la figure 1b, on indique que, à titre d'exemple non limitatif, le circuit électrique peut par exemple être constitué par un transformateur électrique. Dans un tel cas, il s'est avéré particulièrement avantageux de constituer l'élément 2 d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par les microdécharges d'interface sous forme d'élément absorbant des vibrations mécaniques susceptibles d'affecter le circuit électrique considéré. On comprend en effet qu'un transformateur électrique, portant la référence 1 sur la figure 1b, est le siège de vibrations électromécaniques, ces vibrations électromécaniques étant susceptibles de provoquer l'apparition de microdécharges électriques et, en conséquence, l'apparition de parasites radioélectriques consécutifs à l'existence de ces microdécharges.

Sur la figure 1b, la référence 2 désigne ainsi l'élément d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par les microdécharges, cet élément constituant un élément absorbant des vibrations mécaniques précitées. De préférence, il peut alors consister en un élément pulvérulent présentant des propriétés semi-conductrices telles que mentionnées précédemment.

Sur la même figure 1b, la référence 2_0 désigne un boîtier dans lequel le circuit électrique 1, constitué par un transformateur, immergé dans l'élément 2 pulvérulent, et cet élément pulvérulent, sont contenus, ainsi que représenté sur la figure 1b précitée.

Bien entendu, d'autres mesures peuvent être prévues afin de diminuer au maximum l'influence des microdécharges d'interface, mesures telles que par exemple graphitage des bobinages du transformateur au moyen d'une couche de

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

graphite très mince et graphitage des conducteurs électriques destinés à assurer la liaison avec l'extérieur entre le transformateur, constituant le circuit électrique 1, et les circuits extérieurs. Le boîtier 2_0 peut être constitué par tout boîtier en matériau plastique adapté suffisamment rigide.

Dans un mode de réalisation préférentiel, on indique que l'élément pulvérulent 2 était constitué par du sable siliceux auquel avait été ajouté 0,1% en masse de graphite en poudre.

Le phénomène des microdécharges d'interface se rapproche, par ses effets, des parasites électromagnétiques. Toutefois, il s'en distingue de la manière la plus nette en raison de son mode d'action particulièrement complexe, lequel nécessite une protection spécifique correspondante. Ce mode d'action est lié en fait aux différentes sources de microdécharges d'interface.

Parmi celles-ci, on distingue :

- les sources puissantes, mais non corrélées avec le signal audio perturbé : essentiellement le secteur à 50 Hz (et ses harmoniques ...) et ses organes de transformation : transformateurs, moteurs ;
- les sources puissantes corrélées avec le signal audio perturbé : les hauts-parleurs et les câbles ampli-HP ;
- les sources faibles non corrélées avec le signal audio perturbé : conducteurs voisins de la chaîne, ils sont généralement négligeables vis-à-vis des autres sources ;
- les sources faibles corrélées avec le signal audio perturbé : essentiellement l'électronique et le câblage associé, supposé à l'abri des vibrations, ce qui n'est pas toujours le cas et explique l'intérêt des pointes et autres supports antivibratoires ...

Les modes d'action sur le signal audio des microdécharges et de leur onde associée peuvent consister, sans exclusion :

- En une action directe sur le courant du signal

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

utile au moment où les microdécharges se produisent. Les modélisation montrent que cet effet est vraisemblablement négligeable, compte tenu des très faibles valeurs de capacités mises en jeu.

- En la détection par des éléments non linéaires du circuit de l'onde électromagnétique émise par les microdécharges : ce mode d'action est plus vraisemblable, la détection pouvant être réalisée par des éléments partiellement redresseurs tels que soudures ou contacts bi-métalliques : le problème des soudures a été maintes fois soulevé par les Audiophiles. A noter qu'aux fréquences envisagées, tous les éléments conducteurs sont plus ou moins redresseurs. Il est concevable qu'une onde fortement corrélée avec le signal audio, redressée et réinjectée dans les circuits, puisse effectivement dégrader la musicalité ...

- En l'action des sources externes non corrélées avec le signal utile (secteur), bien que plus difficile à appréhender. Néanmoins, l'efficacité des filtres secteur conçus en supposant l'existence des microdécharges - et en cherchant à les éliminer - fournit un mode d'action probable :

- le secteur à 50 Hz et les transformateurs associés fournissent une onde de microdécharges non corrélée avec le signal audio mais d'amplitude importante,
- cette onde est susceptible de favoriser voire déclencher des microdécharges sur les circuits audio qui, eux, sont polarisés par le signal lui-même,
- on se trouve alors en présence d'un phénomène d'avalanche ou l'élément déclenchant est le secteur à 50 Hz et où le signal déclenché va être une onde de microdécharges sur le signal utile, avec tout un ensemble d'intermodulations entre celui-ci et le signal à 50 Hz et ses harmoniques.

L'efficacité du dispositif de protection vis-à-vis des microdécharges, objet de la présente invention, confirme indirectement leur existence.

- La protection de base consiste à entourer les

conducteurs supposés isolés par un matériau semi-conducteur

- suffisamment conducteur pour favoriser un équipotentialité locale,
- suffisemment résistant pour dissiper et absorber l'onde associée aux microdécharges.

- les microdécharges étant engendrées aux interfaces conducteurs - iolants, les condensateurs produisent eux-mêmes des microdécharges. Seuls les condensateurs à air (ou à vide) pourront présenter une certaine efficacité.

- la protection des transformateurs contre l'émission de microdécharges consiste à les enrober dans un absorbant mécanique permettant en même temps de dissiper l'onde électromagnétique.

- En mode différentiel, l'absorption des microdécharges peut être effectuée préférentiellement par circuits RC :

- R : résistance non-inductive, de préférence carbone, de valeur proche de l'impédance caractéristique des conducteurs considérés,
- C : capacité à air ou à vide.

- En mode commun, l'absorption de l'onde électromagnétique associée aux microdécharges est délicate et implique l'enrobage des circuits dans un milieu semi-conducteur, absorbant également les vibrations dans le cas d'éléments vibrants (moteurs, transformateurs).

Une description plus détaillée d'un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, lorsque ce circuit électrique est constitué par un haut-parleur, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 2.

De manière classique, le haut-parleur représenté sur la figure précitée comprend une culasse magnétique, notée CU, munie d'un logement d'entrefer LE et d'une bobine électrique solidaire d'une membrane de haut-parleur, la

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

membrane étant notée M sur la figure 2 précitée. De manière classique, la membrane M est solidaire à sa périphérie de l'armature A, l'armature A ayant sensiblement la forme d'un saladier lui-même solidaire de la culasse magnétique CU. Une bobine électrique répartie à la base de la membrane M est engagée dans le logement d'entrefer LE, la bobine étant reliée à des bornes de sortie BS1 et BS2 et à des câbles de liaison de ces bornes vers les bornes de sortie d'un amplificateur électrique.

D'une manière générale, et afin d'assurer la protection de l'ensemble du haut-parleur représenté en figure 2 contre le phénomène de microdécharges d'interface, on indique que, d'une première part, la bobine placée à la base de la membrane M peut être munie d'un revêtement d'une mince couche de graphite, la bobine pour cette raison portant la référence 1_0 sur la figure 2.

Outre le graphitage de la bobine de haut-parleur précédemment mentionné, on indique que le dispositif, objet de la présente invention, représenté en figure 2, comprend une garniture en mousse de matériau semi-conducteur, portant la référence 2_0, cette garniture étant placée en fond du logement d'entrefer LE. En outre, les parois du logement d'entrefer comportent également un revêtement en matériau semi-conducteur, portant pour cette raison la même référence 2_0.

Enfin, on indique qu'un revêtement protecteur des bornes BS1 et BS2 peut être prévu, ce revêtement assurant une protection des bornes et des câbles de liaison de ces bornes, ce revêtement protecteur pouvant être constitué par un matériau semi-conducteur recouvrant ces derniers sur au moins une partie de leur longueur.

On comprend ainsi que la bobine revêtue d'une couche de graphite 1_0 est ainsi munie d'un revêtement en matériau semi-conducteur et que le revêtement protecteur des bornes BS1 et BS2 et des câbles de liaison de ces bornes peut être réalisé au moyen de la même mousse conductrice que celle qui

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

est utilisée et placée en fond du logement d'entrefer LE.

Dans un mode de réalisation non limitatif, on indique que les câbles de liaison entre les bornes BS1 et BS2 et les bornes de l'amplificateur électrique précité peuvent être réalisés sous forme de câbles protégés CP tel que décrit précédemment en liaison avec la figure 1a.

En outre, en extrémité des câbles de liaison précités, c'est-à-dire des câbles protégés CP par exemple, un filtre réjecteur des très hautes fréquences radioélectriques peut être prévu, ce filtre réjecteur étant connecté à l'extrémité des câbles ou de la partie des câbles de liaison recouverte par le matériau semi-conducteur.

Dans un mode de réalisation non limitatif, on indique que le filtre réjecteur peut être constitué par une résistance de faible valeur en série avec l'âme centrale des câbles, les résistances désignées par R sur la figure 2 étant reliées par une capacité C de faible valeur. On indique que, dans un exemple de réalisation non limitatif, les résistances R avaient une valeur comprise entre 0,1 et 2,5 Ω, alors que la capacité C avait pour valeur une valeur comprise entre 30 et 100 pF et la résistance R' une valeur comprise entre 10 et 50 Ω.

D'une manière plus spécifique, on indique que dans le cadre du dispositif, objet de la présente invention, un justificatif de la mise en oeuvre de ce dispositif tel que décrit en liaison avec la figure 2 sera donné ci-après.

Les bobines de haut-parleur sont constituées par exemple par une ou deux couches de fils conducteurs électriques émaillés sur un tube isolant, solidaire de la membrane M et qui, en raison de leur position dans le logement d'entrefer LE, baignent ainsi dans un champ magnétique uniforme.

Les bobines sont de ce fait soumises à des vibrations intenses en raison de leur fonction essentielle et engendrent ainsi une grande quantité de microdécharges qui peuvent perturber l'amplificateur de sortie par l'intermé-

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

diaire des câbles de liaison précédemment cités.

Le dispositif objet de la présente invention, tel que décrit en liaison avec la figure 2, permet de diminuer sensiblement les microdécharges créées à la source du circuit constitué par les bobines de haut-parleur en absorbant notamment l'onde électromagnétique émise par ces microdécharges.

Le niveau d'émission des microdécharges est diminué au moyen d'une application contrôlée d'un matériau semi-conducteur tel que le graphite sur la bobine elle-même, la bobine étant ainsi graphitée pour constituer la bobine graphitée 1_0 précédemment mentionnée dans la description.

L'application de graphite peut être réalisée par pulvérisation d'un film de graphite sur un support distinct de la bobine, le graphite utilisé étant par exemple le *Graphit 33*, ou le *Blindotub* disponibles dans le commerce.

Après séchage complet du film de graphite sur le support précité, un prélèvement du graphite sec est réalisé au moyen d'un outil tel qu'un tampon, de façon à noircir le tampon précité.

Le graphite est ainsi régulièrement appliqué sur la bobine du haut-parleur au moyen du tampon sur toute la surface de la bobine précitée.

Un polissage peut être réalisé avec un tampon exempt de graphite, le polissage apparaissant convenablement réalisé lorsque la bobine de haut-parleur prend un aspect brillant légèrement grisé.

L'absorption de l'onde électromagnétique émise par les microdécharges est réalisée par l'intermédiaire de la mousse semi-conductrice 2_c placée en fond de logement d'entrefer LE, au voisinage de la bobine, et, en tout état de cause, dans les parties de la culasse CU ne gênant pas le déplacement de la membrane, c'est-à-dire fond de culasse, cache-noyau constitué par un dôme par exemple, lequel, sur la figure 2, porte également la référence 2_0 pour cette raison.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

En ce qui concerne la mousse utilisée, cette mousse semi-conductrice peut par exemple être constituée par la mousse haute densité *Vermason et Vitec* de résistivité inférieure ou égale à 15 Ωm, une telle mousse présentant la particularité d'être constituée par des cellules ouvertes. Une mousse adéquate pour réaliser l'opération précitée peut être constituée par la mousse *Vermason et Vitec* portant la référence 167-848 du catalogue FARNELL. Toutefois, une mousse plus conductrice dont la résistivité est sensiblement égale à 1 Ωm peut être préférée.

En ce qui concerne l'opération de graphitage de la bobine, on indique que le revêtement ainsi constitué forme, conformément à l'objet de la présente invention, un revêtement semi-conducteur permettant de créer une équipotentialité locale et une régularisation du champ superficiel, ce revêtement étant toutefois suffisamment résistant pour éviter d'enfermer les microdécharges dans une cavité résonante. En d'autres termes, on indique que l'excédent de couche de graphite sur la bobine est susceptible de dégrader les résultats obtenus.

Les longueurs d'onde mises en jeu par le phénomène des microdécharges d'interface sont des longueurs d'onde centimétriques. En conséquence, les mousses semi-conductrices destinées à absorber l'onde électromagnétique engendrée par les microdécharges d'interface à ces longueurs d'onde peuvent présenter avantageusement des irrégularités ou indentations de cet ordre de grandeur de longueur, de façon à être efficaces du point de vue de l'absorption et éviter tout phénomène de réflexion de cette onde électromagnétique.

En ce qui concerne toutefois les capacités C utilisées pour constituer le filtre réjecteur des très hautes fréquences radioélectriques, on indique que ces capacités peuvent de préférence être constituées par des capacités à air, dans lesquelles le phénomène de microdécharges est faible, ou, de préférence, par des capacités encapsulées sous vide ou dans un gaz neutre, le cas échéant

dans l'air. Le fait d'utiliser des capacités encapsulées est particulièrement avantageux, dans la mesure où l'encapsulation sous vide, sous atmosphère constituée par un gaz neutre voire dans l'air, constitue une protection aux variations de l'atmosphère environnante, les filtres réjecteurs ainsi constitués conservant de ce fait une très grande stabilité en fréquences, en particulier en fréquences de coupure des très hautes fréquences transmises.

Enfin, dans le cas de hauts-parleurs utilisant du ferrofluide dans l'entrefer, en particulier dans le cas des hauts-parleurs connus sous le nom de "*tweeters*", le dispositif, objet de la présente invention, peut alors consister en outre à incorporer de 0,1 à 1% en masse de graphite colloïdal dans le ferrofluide, afin d'absorber l'onde électromagnétique engendrée par le phénomène des microdécharges.

Une description plus détaillée du dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, sera maintenant décrit en liaison avec les figures 3a à 3c lorsque le circuit est constitué par les cellules de lecture des disques ou phonogrammes encore désignés par microsillons.

Un rappel succinct du fonctionnement d'une cellule de lecture d'un phonocapteur classique sera donné de manière ci-après.

Un phonocapteur comporte habituellement une pointe de lecture reliée électriquement à deux bobines mobiles, les deux bobines mobiles étant à 90° pour constituer en fait une cellule de lecture stéréophonique. Les bobines mobiles sont mobiles autour d'un axe de pivotement dans un champ magnétique, noté H.

Dans un tel cas, ainsi que représenté notamment en figures 3a et 3b, le dispositif, objet de la présente invention, comporte un revêtement en matériau semi-conducteur couvrant les fils constitutifs des bobines mobiles

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

ainsi que les câbles électriques.

Ainsi que représenté sur les figures précitées, le revêtement en matériau semi-conducteur recouvrant les fils constitutifs des bobines mobiles peut être réalisé par un graphitage de ces bobines suivant le processus précédemment décrit en liaison avec les bobines de hauts-parleurs. Une telle opération demande toutefois un soin particulier en raison de la finesse du fil conducteur utilisé pour réaliser ces bobines mobiles.

En outre, une mousse absorbante en matériau semi-conducteur est introduite au niveau de tout circuit et de tout logement ou interstice lorsque cette introduction n'est pas susceptible de gêner le mouvement des bobines mobiles précitées. Sur les figures 3a et 3b, on a ainsi représenté, outre le graphitage des bobines mobiles, la présence d'un capuchon m de mousse semi-conductrice entourant la tête de lecture proprement dite, et d'un manchon entourant les câbles reliant les bobines mobiles à l'amplificateur du signal délivré par les bobines mobiles. Pour cette raison, et dans la même manière que dans le cas des figures précédentes, sur les figures 3a et 3b, les bobines mobiles graphitées portent la référence 1_0, les fils conducteurs reliant les bobines mobiles à l'amplificateur portent la référence 1_i et le capuchon m et le manchon en mousse semi-conductrice rapportés sur la tête de lecture proprement dite et sur les câbles 1_i graphités portent la référence 2_0.

Des précautions particulières doivent être prises en ce qui concerne la protection des conducteurs reliés à la cellule de lecture, c'est-à-dire aux bobines mobiles précitées et passant dans le bras de lecture ainsi que représenté en figure 3a ou en figure 3b.

D'une manière générale, il est avantageux de procéder au recâblage du bras de la manière ci-après :

- choix des conducteurs 1_i : fil émaillé de 1/10ème à 2/10ème de mm de diamètre, double émaillage polyuréthane haute température par exemple ;

- remplacement des conducteurs existants par ce conducteur graphité ainsi que décrit précédemment dans la description relativement aux bobines de hauts-parleurs ;

- enrobage des conducteurs électriques 1_1 graphités précités dans de la mousse semi-conductrice 2_0, de façon à constituer un manchon protecteur tout le long du bras de lecture.

On indique en particulier que le câblage peut être effectué, soit à l'intérieur du bras de lecture, ainsi que représenté en figure 3a, le manchon étant introduit à l'intérieur de ce bras, soit, au contraire, ainsi que représenté en figure 3b, à l'extérieur du bras de lecture, l'ensemble manchon + conducteurs électriques pouvant alors être maintenu au moyen de ligatures ou colliers de serrage en rubans de polytétrafluoréthylène. Ces rubans de serrage portent la référence 2_1 sur la figure 3b.

Bien entendu, en sortie des câbles de liaison 1_1 précités, c'est-à-dire en fait à l'entrée de l'amplificateur de lecture, un filtre de réjection des hautes fréquences radioélectriques est prévu, ce filtre étant constitué par une résistance R et une capacité C de valeur comparable à celle précédemment mentionnée dans la description relativement aux hauts-parleurs. On comprend bien sûr que dans le cadre d'une tête de lecture stéréophonique, laquelle comporte une voie gauche G et une voie droite D, un filtre de réjection est prévu pour chaque voie gauche et droite, ainsi que représenté en figure 3c. Dans ce cas, le filtre réjecteur peut être placé sous la table de lecture elle-même TL, ainsi que représenté de manière schématique sur la figure 3c. Les résistances et capacités R, C utilisées sont des résistances de même nature et de même valeur que celles indiquées précédemment dans la description relativement à la constitution du filtre réjecteur pour le haut-parleur.

Une description plus détaillée d'un dispositif conforme à l'objet de la présente invention, mis en oeuvre lorsque le circuit électrique est celui d'un transformateur

BNSDOCID: <FR__2765069A1_I_>

de tension d'alimentation, sera maintenant donnée en liaison avec les figures 4a et 4b.

Ainsi que représenté sur la figure 4a, le transformateur de tension d'alimentation comprend un bobinage primaire, noté 1_1, et un bobinage secondaire, noté 1_2.

Le dispositif, objet de la présente invention, comporte, de manière analogue au dispositif représenté en figure 1b, un boîtier 2_0 constituant une enceinte étanche munie de traversées étanches, ainsi que représenté de manière schématique sur la figure 4a. Les traversées étanches portent la référence 2_1. L'enceinte étanche formée par le boîtier 2_0 comprend et contient le bobinage primaire 1_1 et le bobinage secondaire 1_2 et est en outre remplie, de même que dans le cas de la figure 1b, d'un matériau semi-conducteur absorbant les vibrations mécaniques du transformateur. En outre, les bobinages primaire 1_1 et secondaire 1_2 sont interconnectés aux traversées étanches par l'intermédiaire de câbles de liaison portant sur la figure les références 1_3 et 1_4.

De préférence, et de manière analogue aux circuits électriques précédemment décrits dans la description relativement, d'une part, à la bobine de haut-parleur, et, d'autre part, aux bobines mobiles de tête de lecture, les fils électriques constitutifs des bobinages primaire et secondaire 1_1 et 1_2 ainsi que les fils électriques permettant d'assurer la liaison des bobinages primaire et secondaire aux traversées étanches 1_3 et 1_4 comportent avantageusement un revêtement en matériau semi-conducteur. Ce matériau semi-conducteur peut être constitué par un film de graphite déposé et poli conformément aux indications données précédemment dans la description.

En outre, l'enceinte étanche formée par le boîtier 2_0 est remplie de matériau semi-conducteur, élément absorbant des vibrations mécaniques, les bobinages primaire et secondaire 1_1 et 1_2 précités étant ainsi noyés dans le matériau semi-conducteur 2 précité.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

De la même manière que dans le cas de la figure 1b, le matériau semi-conducteur élément absorbant des vibrations mécaniques est constitué par un matériau pulvérulent tel qu'un sable graphité dans les conditions qui seront données ci-après dans la description.

Un justificatif de la mise en oeuvre d'un tel dispositif relativement à la protection des circuits transformateurs contre les phénomènes de microdécharges d'interface sera maintenant introduit.

D'une manière générale, après les hauts-parleurs et les cellules phonocaptrices, les transformateurs constituent une source majeure de microdécharges d'interface :

- des bobinages isolés sous tension sont généralement accessibles en surface externe de ces transformateurs, la surface externe des transformateurs toriques étant d'ailleurs entièrement constituée d'enroulements ;

- les efforts électrodynamiques et les contraintes de magnétostriction induisent un niveau de vibration élevé, multipliant les microdécharges, et ce, d'autant plus que l'enroulement externe est raccordé à la phase plutôt qu'au neutre du réseau d'alimentation alternatif.

Ainsi, les mesures permettant d'atténuer ou sensiblement supprimer le phénomène de microdécharges d'interface au niveau d'un circuit tel qu'un transformateur consistent :

- à créer une équipotentialité locale au niveau des bobinages externes ;

- à empêcher ou absorber au maximum les vibrations mécaniques ;

- à absorber l'onde électromagnétique émise par les microdécharges et les courants engendrés par celle-ci.

De la même manière que dans le cas des bobines de haut-parleur par exemple, ou des bobines mobiles de cellule de phonocapteur, la création d'une couche équipotentielle locale au niveau des enroulements externes du transformateur peut être réalisée par pulvérisation de graphite *Blindotub* ou *Graphit 33* sur la surface extérieure du transformateur

dans les conditions décrites précédemment dans la description.

Afin de réaliser l'atténuation et l'absorption des vibrations mécaniques, les enroulements primaires l_1 et l_2 du transformateur sont placés dans le boîtier étanche 2_0 précédemment mentionné, l'espace transformateur - boîtier n'étant de préférence jamais inférieur à 1 cm, afin de permettre l'insertion d'une couche adéquate de matériau semi-conducteur pulvérulent d'épaisseur suffisante, afin de permettre l'absorption des vibrations mécaniques précitées.

Lorsque les bobinages du transformateur ont été placés dans le boîtier, on remplit alors l'espace libre au moyen d'un mélange pulvérulent amortisseur, contenant une proportion convenable de poudre de graphite ou, par exemple de graphite colloïdal utilisé pour la lubrification de parties mécaniques dans la proportion de 0,1 à 0,8% en masse.

On indique en particulier qu'en ce qui concerne le pourcentage de graphite ou de graphite colloïdal ajouté à l'élément pulvérulent, le mélange sensiblement homogène ainsi constitué doit présenter une résistivité électrique comprise entre 0,1 et 10 Ωm ainsi que mentionné précédemment dans la description.

En ce qui concerne la base de matériau pulvérulent utilisée, on indique que celle-ci peut être constituée par le sable siliceux auquel est ajouté le graphite en poudre ou le graphite colloïdal dans les proportions précédemment indiquées. On indique en particulier que le pourcentage en masse de graphite dépend de la résistivité du sable siliceux ou du matériau pulvérulent utilisé, en raison du fait que lorsque le sable siliceux est utilisé, ce matériau est naturellement semi-conducteur.

En ce qui concerne le remplissage de l'ensemble de l'enceinte contenant les bobinages primaire et secondaire, on indique que le remplissage est réalisé au moyen du mélange constitué par le sable siliceux et le graphite en

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

l'absence de tassement, le mélange ainsi introduit recouvrant légèrement la partie supérieure du transformateur proprement dit.

En ce qui concerne la sortie des traversées étanches 2_1, on indique que la liaison peut être réalisée par connexion au moyen de câbles protégés CP, ainsi que décrit précédemment dans la description relativement à la figure 1a.

Dans le cas où des câbles protégés CP ne sont pas utilisés pour réaliser ces connexions, conformément au dispositif objet de la présente invention, il est avantageux de prévoir un manchon de mousse conductrice, ainsi que représenté pour la connexion du bobinage secondaire 1_4, ce manchon entourant le câble de connexion précité sur une majeure partie de la longueur de celui-ci. En outre, dans tous les cas, il est également avantageux de maintenir, tant le manchon de mousse conductrice portant la référence 2_2 sur la figure 4a, que les câbles protégés CP au moyen de tores de ferrite, portant la référence 2_3, ainsi que représenté pour la connexion du bobinage primaire sur la figure 4a. Les tores de ferrite, particulièrement adaptés à cet effet, peuvent consister en des tores de ferrite commercialisés sous la référence 3E25 du catalogue *SELECTRONIC* et fabriqués par la Société PHILIPS. Les tores de ferrite précités permettent, en raison de la contrainte électromagnétique imposée par ces derniers aux câbles de connexion, de lutter par atténuation contre les parasites issus de microdécharges en mode commun susceptibles de se propager sur les câbles de connexion précités.

D'autres matériaux, constituant élément absorbant des vibrations mécaniques, peuvent être le cas échéant utilisés dans le mesure où ceux-ci s'avèrent plus performants ou plus pratiques à mettre en oeuvre en fonction des applications considérées.

Ainsi, il est possible de remplir l'enceinte étanche formée par le boitier 2_5 au moyen d'un liquide ou d'un gel,

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

c'est-à-dire d'un liquide visqueux, tel que :

- le sérum physiologique,
- un mélange d'huiles isolantes contenant de 1 à quelques % en masse de graphite colloïdal en suspension, huiles isolantes pouvant être comprises dans le groupe de l'huile de paraffine, l'huile de vaseline, l'huile isolante *DIALA* commercialisée par la société SHELL, les huiles graphitées de lubrification utilisées normalement en mécanique,
- un mélange sable siliceux/sérum physiologique,
- le coulage d'un enrobage de paraffine fondue contenant un pourcentage convenable de graphite, le refroidissement de la paraffine amenant ainsi l'ensemble à un bloc homogène maintenant le transformateur,
- les cires à bas point de fusion,
- les résines d'enrobage polyuréthane, époxy ou de composés silicones, ces différents produits pouvant être chargés en graphite et pouvant être utilisés lorsque le démontage intérieur du transformateur n'est pas nécessaire.

D'une manière générale, on indique que le boîtier 2_o peut être constitué par un matériau isolant, tel qu'un matériau classique ABS ou autre, ou le cas échéant un conducteur métallique suivant la protection souhaitée et les conditions d'utilisation. Lorsque le boîtier est métallique, l'expérience a montré que la mise à la terre ultérieure de ce boîtier n'apportait pas d'amélioration, ou même était susceptible d'introduire une dégradation de la protection du circuit contre le phénomène de microdécharges d'interface.

En ce qui concerne le boîtier 2_c, on indique que celui-ci peut avantageusement être constitué par une enceinte à double paroi, l'interstice ménagé entre la double paroi étant alors rempli d'un matériau semi-conducteur tel qu'un matériau semi-conducteur liquide. Dans un tel cas, on préférera comme matériau semi-conducteur liquide la solution saline précédemment mentionnée dans la description ou le sérum physiologique précédemment cité. L'interstice peut

alors présenter une dimension dans la direction orthogonale à la surface du boîtier de l'ordre de 2 cm environ, afin d'assurer une protection suffisante.

Un mode de réalisation particulièrement avantageux d'un dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface et parasites engendrés par ces microdécharges d'interface, conforme à l'objet de la présente invention, sera donné en liaison avec la figure 4b, dans le cas où ce circuit électrique est constitué par un transformateur d'isolement.

On rappelle en premier lieu que le transformateur d'isolement est constitué d'un premier et d'un deuxième transformateur interconnectés par leurs bobinages secondaires, le bobinage primaire de l'un des transformateurs étant relié au réseau d'alimentation, par exemple transformateur T1, et le bobinage primaire du deuxième transformateur, transformateur T2, étant relié à des bornes de sortie et délivrant une tension d'alimentation sensiblement égale à la tension d'alimentation du secteur, en l'absence de connexion galvanique directe avec le réseau secteur précité.

Dans un tel cas, ainsi que représenté en figure 4b, le dispositif objet de la présente invention comprend, dans un boîtier étanche 2_1, le premier T1 et le deuxième T2 transformateur interconnectés par leurs bobinages secondaires, le bobinage primaire de chaque transformateur étant interconnecté à des bornes d'entrée/sortie par l'intermédiaire de traversées étanches, notées 2_2.

Bien entendu, les bobinages primaires et/ou secondaires des transformateurs T1 et T2 peuvent être soumis à un dépôt de matériau semi-conducteur tel que le dépôt graphite, ainsi que mentionné précédemment dans la description relativement au bobinage du haut-parleur ou aux bobines mobiles de tête de phonocapteur par exemple. Il en est de même pour les fils de connexion reliant les bobinages primaires des premier et deuxième transformateurs aux traversées étanches 2_2 précités.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

En ce qui concerne les fils d'interconnexion des bobinages primaires des transformateurs, ces fils de connexion portant la référence 2_i sur la figure 4b, ceux-ci peuvent également être munis d'un revêtement de matériau semi-conducteur tel qu'un dépôt de film graphite, ainsi que mentionné précédemment dans la description. En outre, et de manière particulièrement avantageuse, un circuit d'atténuation à résistance capacité, portant la référence 2_3 sur la figure 4b, est prévu, ce circuit d'atténuation étant interconnecté en parallèle entre les bobinages secondaires interconnectés des transformateurs T1 et T2. Enfin, les transformateurs T1 et T2 et le circuit d'atténuation 2_3 sont ensevelis dans un matériau semi-conducteur 2 contenu dans le boîtier 2_0.

En ce qui concerne le circuit d'atténuation 2_3, celui-ci peut comporter au moins une résistance d'adaptation, notée R, et, connectée avec cette résistance, en série avec celle-ci, au moins une capacité électrique encapsulée sous vide, dans l'air ou dans un gaz neutre, cette capacité encapsulée, notée C, pouvant être doublée en parallèle par une capacité C' de plus forte valeur.

Dans un mode de réalisation effectif, on indique que les transformateurs T1 et T2 étaient des transformateurs toriques, tension primaire 110 V ou 240 V, tension secondaire 2x40 V, 250 VA, commercialisés sous la référence 432-453 au catalogue FARNELL. La capacité C était une capacité à air de valeur comprise entre 60 à 100 pF et la capacité C' une capacité polypropylène de valeur comprise entre 0,47 à 2,2 µF. La résistance R était une résistance d'adaptation 3 W, 22 à 50 Ω, résistance au carbone. Le matériau semi-conducteur 2 constituant élément d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par des phénomènes de microdécharges d'interface était du sable graphité, ainsi que mentionné précédemment dans la description.

Le dispositif, objet de la présente invention, sera maintenant décrit en liaison avec les figures 5a, 5b dans le

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

cas où le circuit électrique protégé contre les phénomènes des microdécharges d'interface, conformément à l'objet de la présente invention, est un circuit électrique ou électronique multicomposants discrets ou intégrés, monté sur une plaquette à circuit imprimé par exemple.

Sur les figures 5a et 5b, on reconnaît la représentation symbolique du profil de composants discrets tels que transistor, résistance, condensateur ou analogue sur l'une des faces de la plaquette de circuit imprimé, le circuit imprimé se trouvant bien entendu de manière classique dessiné et gravé sur l'autre face.

Ainsi que représenté sur la figure 5a, le dispositif, objet de la présente invention, comporte au moins un boîtier 2_0 ouvert à l'une de ses extrémités, ce boîtier contenant un matériau semi-conducteur sous forme liquide par exemple, ce matériau semi-conducteur portant la référence 2 sur la figure 5a et constituant l'élément absorbant de l'onde électromagnétique engendrée par le phénomène des microdécharges d'interface.

En outre, ainsi que représenté sur la figure 5a précitée, une enveloppe de protection en matériau plastique souple, portant la référence 2_1, est prévue afin de permettre la protection du circuit électronique vis-à-vis du milieu ou matériau semi-conducteur 2 sous forme liquide. L'ensemble constitué par le circuit électronique CE et l'enveloppe de protection 2_1 précitée est alors immergé dans le matériau semi-conducteur liquide 2 contenu dans le boîtier 2_0 ouvert à son extrémité supérieure selon le mode de réalisation de la figure 5a.

Bien entendu, un joint d'étanchéité de fermeture, portant la référence 2_2, est prévu, ce joint permettant de sceller de manière étanche l'enveloppe 2_1 à la périphérie du boîtier ouvert, ainsi que représenté sur la figure 5a précitée.

Bien entendu, le mode de réalisation tel que représenté en figure 5a n'est pas limitatif. En particulier,

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

on indique que l'enveloppe plastique 2_1, au moins dans la partie supérieure de celle-ci, peut être rigidifiée de façon à assurer le maintien mécanique du circuit électronique CE dans une position sensiblement verticale telle que représentée en figure 5a. En outre, la partie supérieure du circuit électronique CE, celle qui affleure au-delà de la surface libre du matériau semi-conducteur liquide à l'air libre, peut avantageusement être munie d'un radiateur R permettant de dissiper le dégagement thermique engendré par le fonctionnement du circuit électrique ou électronique CE. Bien entendu, les câbles de liaison de l'ensemble du circuit électronique CE peuvent alors être connectés à des bornes de connexion du circuit électronique CE et protégés de la même façon que mentionné précédemment vis-à-vis des câbles de liaison des hauts-parleurs, transformateurs ou bobines mobiles de phonocapteurs. On comprend bien sûr que les câbles de liaison ainsi que le circuit électrique ou électronique CE sont en outre protégés du contact avec le matériau semi-conducteur liquide par l'intermédiaire de l'enveloppe plastique 2_1.

Le mode de réalisation représenté en figure 5a donne satisfaction. Il est particulièrement simple à réaliser et peu onéreux. Le matériau semi-conducteur liquide 2 peut par exemple être constitué par la solution saline ou sérum physiologique précédemment mentionnés dans la description. Dans un tel cas, le matériau semi-conducteur liquide, par la pression statique exercée par ce dernier sur l'enveloppe plastique de protection 2_1, presse celle-ci contre le circuit électronique CE, lequel se trouve alors particulièrement bien protégé contre le phénomène de microdécharges d'interface. La solution saline, ou sérum physiologique, peut bien entendu être remplacée par un gel semi-conducteur de propriétés équivalentes, ou, le cas échéant, par du sable graphité imprégné de sérum physiologique par exemple.

Le mode de réalisation du dispositif de protection, conforme à l'objet de la présente invention, tel que

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

représenté en figure 5a, donne satisfaction.

Toutefois, une variante simplifiée en est représentée en figure 5b, cette variante simplifiée pouvant présenter un intérêt dans la mesure où celle-ci est particulièrement rapide et simple à mettre en oeuvre, et où, d'autre part, la notion d'encombrement et de portabilité de l'ensemble est améliorée compte tenu du fait que l'élément semi-conducteur liquide est rapporté sous forme d'élément discret indépendant, et de ce fait beaucoup plus facile à mettre en oeuvre et/ou à manipuler.

Dans un tel cas, ainsi que représenté en figure 5b, le dispositif objet de la présente invention comporte, outre le boîtier ouvert à l'une de ses extrémités, portant la référence 2_c, le circuit électronique multi-composants CE ainsi qu'une pluralité de coussins de calage de ce circuit CE, chaque coussin consistant en une enveloppe formée en matériau plastique remplie du matériau semi-conducteur tel que décrit précédemment en liaison avec la figure 5a. Sur la figure 5b, chaque coussin, en référence à la figure 5a, porte la référence 2_1, 2_2, et le cas échéant des indices supérieurs lorsque plus de deux coussins sont utilisés. On comprend en particulier qu'il est possible d'utiliser quatre coussins, deux coussins permettant d'assurer la protection du circuit électronique CE et le calage de ce dernier afin d'empêcher tout mouvement dans le plan de la feuille dans laquelle est représentée la figure 5b, et deux coussins, non représentés, étant utilisés pour assurer la protection du circuit électronique CE et le calage de ce dernier dans un plan orthogonal au plan de la feuille dans laquelle est représentée la figure 5b.

En ce qui concerne la mise en oeuvre des différents coussins précités, on indique que, dans un mode de réalisation avantageux, le circuit électronique CE est placé dans le boîtier ouvert 2_c ainsi que représenté à l'état initial en figure 5b, alors que les coussins vides 2_1 et 2_2 sont introduits, ainsi que représenté sur la figure précitée, de

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

façon à réaliser la protection du circuit électronique CE et le calage de ce dernier dans le plan de la feuille dans laquelle la figure 5b est représentée. A l'état initial, les deux coussins 2_1 et 2_2 sont vides. L'état final représenté en figure 5b est alors obtenu par remplissage de chaque coussin 2_{11} et 2_{12} au moyen du matériau absorbant semi-conducteur liquide, tel que le sérum physiologique, puis scellement des coussins par thermo-scellage par exemple, portant la référence 2_2 sur la figure 5b. Bien entendu, les deux coussins latéraux permettant la protection et le calage dans un plan perpendiculaire au plan de la feuille dans laquelle est représentée la figure 5b peuvent être réalisés de façon analogue.

On comprend bien sûr qu'en lieu et place de la solution saline ou sérum physiologique 2 utilisé, il est également possible de remplir les coussins précités au moyen d'huile graphitée, de sable siliceux graphité, de sable siliceux imprégné de sérum, particulièrement efficace dans la lutte contre les vibrations. Dans ce dernier cas, on remplit en premier les différents coussins au moyen du sable siliceux, puis on verse ensuite le sérum jusqu'à imprégnation complète du sable.

D'autres matériaux, tels que des gels conducteurs de résistivité adaptée, des matières spongieuses permettant de stabiliser le sérum physiologique ou des mousses telles que les mousses polyuréthane rendues semi-conductrices par adjonction de graphite, peuvent également être utilisés.

Le dispositif, objet de la présente invention, peut s'appliquer à tout type de circuit électrique, ainsi que mentionné précédemment dans la description. Outre les différents circuits électriques déjà mentionnés, le dispositif, objet de la présente invention, peut bien entendu être appliqué à toutes prises électriques ou électroniques, lesquelles constituent un passage privilégié pour les ondes électromagnétiques engendrées par les microdécharges d'interface.

En effet, des investigations menées au sein des laboratoires d'ELECTRICITE DE FRANCE ont montré clairement que les parasites ainsi engendrés, parasites radioélectriques, passaient par l'intervalle isolant/masse du châssis/-prise.

Un premier exemple de réalisation d'un dispositif de protection contre les microdécharges d'interface et contre les parasites radioélectriques engendrés par ces derniers, sera tout d'abord donné en liaison avec la figure 6a dans le cas où la prise électrique est constituée par une prise RCA pour châssis par exemple.

Sur la figure 6a, on a représenté en coupe une prise de type RCA montée sur un châssis CH. De manière classique, la prise comprend une tête de prise RCA comportant un conducteur de type coaxial dont l'âme centrale constitue le point chaud, l'ensemble de la tête de prise étant monté à travers le châssis et fixé à ce dernier par l'intermédiaire d'un écrou EC de manière classique. L'âme centrale AC est entourée d'un matériau diélectrique assurant avec l'enveloppe métallique externe une transmission de type coaxial.

Ainsi que représenté sur la figure 6a, le dispositif objet de la présente invention comprend un manchon en mousse semi-conductrice entourant l'ensemble de l'enveloppe externe Ee de la prise RCA sur une longueur déterminée de celle-ci. Le manchon de mousse semi-conductrice porte la référence 2_0 sur la figure 6a.

Ainsi que représenté en outre sur la figure précitée, le manchon 2_0 en mousse semi-conductrice peut être maintenu à ses extrémités et en particulier au voisinage du châssis CH par l'intermédiaire d'une bague en ferrite 2_1, commercialisée sous la référence 3E25 par la Société PHILIPS, cette bague de ferrite ayant, ainsi que mentionné précédemment dans la description, une fonction de suppression des parasites en mode commun.

De la même manière et placé à l'extérieur du châssis CH, c'est-à-dire sur la partie droite de la figure 6a, un

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

capot en mousse semi-conductrice est prévu, lequel est destiné à couvrir l'ensemble de la superstructure émergeant du châssis CH, superstructure formée par l'extrémité mâle de la prise RCA représentée sur la figure 6a, l'écrou EC et les moyens de fixation classiques tels que rondelle métallique ou autre. Le capot représenté sur la figure 6a porte la référence 2_3.

Dans certains cas, il peut être avantageux, ainsi que représenté en figure 6b, de déplacer les prises en dehors du châssis CH afin d'assurer une meilleure protection, en particulier lorsqu'il est souhaitable d'assurer la connexion aux circuits électriques ou électroniques internes par l'intermédiaire de câbles protégés CP précédemment cités dans la description.

Un tel mode de réalisation est représenté sur la figure 6b précitée dans laquelle la connexion étant réalisée au niveau d'un circuit électrique ou électronique CE au moyen d'un câble protégé CP tel que décrit précédemment, la partie externe du châssis CH, située donc en partie gauche du plan matérialisant le châssis CH sur la figure 6b, peut comporter à cet effet, de manière avantageuse, un tronçon de tube soudé au châssis sensiblement métallique, portant la référence TU, ce tronçon de tube comportant un remplissage de mousse semi-conductrice, portant la référence 2_0 sur la figure 6b. L'ensemble constitue un manchon particulièrement efficace et rigide dans lequel le câble protégé CP, connecté au circuit CE, est alors traversant vis-à-vis du manchon précité. Un tore de ferrite portant la référence 2_1 peut également être placé à l'intérieur du châssis CH de façon à assurer une protection supplémentaire des parasites en mode commun, ainsi que mentionné précédemment dans la description.

Bien entendu, la longueur du câble protégé CP peut a priori être quelconque. Toutefois, dans le cas de câbles de grande longueur, il est préférable, ainsi que représenté en figure 6c, de prévoir une protection au voisinage de la

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

prise elle-même telle que représentée en figure 6b, laquelle correspond, sur la figure précitée, à une prise femelle RCA par exemple.

Ainsi que représenté sur la figure 6c et dans un tel cas, au voisinage de la prise femelle précitée, le dispositif, objet de l'invention, peut consister à placer sur le câble protégé CP lui-même au voisinage de cette prise, un manchon de mousse semi-conductrice, portant la référence 2_0, et sur ce manchon, un tore de ferrite, portant la référence 2_1, ce tore de ferrite pouvant correspondre à celui déjà mentionné dans la description, commercialisé par la Société PHILIPS, le tore de ferrite 2_1 précité étant lui-même protégé par l'intermédiaire d'un revêtement en mousse semi-conductrice portant la référence 2_2, ce revêtement couvrant, non seulement le tore de ferrite 2_1 mais également le manchon 2_0 précédemment mentionné. Ainsi, le revêtement 2_2 peut être maintenu au moyen de liens 2_3 tels que des colliers de serrage ou analogue tels que représentés sur la figure 6c.

Cette protection peut, par exemple, être associée à, ou complétée par la pose, sur le cordon secteur 1 correspondant aux appareils à alimenter et le plus près possible de leur prise d'alimentation, d'un manchon 2_0 de mousse semi-conductrice convenablement serré autour du cordon par des colliers 2_1 réalisés en ruban métallique adhésif cuivre, par exemple 3M réf. 1181 en 9,5 à 12,7 mm de large, espacés de 15 à 25 mm, ainsi que représenté sur la figure 6d. Une ou deux bagues cuivre 2_1 des extrémités peuvent être remplacées par un tore de ferrite 2_1, ainsi que représenté précédemment sur la figure 6c.

Bien entendu, la mise en oeuvre du dispositif, objet de la présente invention, implique quelques modifications des circuits soumis à la protection de ce dispositif. Lorsque les modifications nécessaires pour des appareils existants ne peuvent être facilement introduites, en particulier pour ce qui concerne les circuits électriques ou

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

électroniques à composants discrets tels que représentés par exemple en figure 5a ou 5b, un mode de réalisation préférentiel non limitatif du dispositif, objet de la présente invention, permettant d'introduire un minimum de modifications au niveau du circuit lui-même, sera maintenant décrit en liaison avec les figures 7a et 7b.

Ainsi que représenté sur les figures précitées, le dispositif, objet de la présente invention, comporte au moins un boîtier ouvert à l'une de ses extrémités, ce boîtier constituant un châssis comportant au moins une partie supérieure, notée CH_1, et une partie inférieure, notée CH_2, parties métalliques isolées électriquement l'une de l'autre.

Ainsi que représenté sur la figure précitée, le boîtier comprend au moins un châssis subdivisé entre les deux parties supérieure CH_1 et inférieure CH_2, le circuit électronique multicomposants CE, la face circuit imprimé de ce dernier, c'est-à-dire la face inférieure de celui-ci sur la figure 7b, comportant un revêtement en matériau diélectrique isolant, portant la référence 2_0. Cet isolant de protection peut être constitué par le vernis du circuit imprimé lui-même ou un vernis rapporté.

En outre, le dispositif, objet de la présente invention, comprend une garniture interne en matériau du type mousse semi-conductrice, portant la référence 2_1, placée sur la face interne du boîtier, c'est-à-dire sur la face interne de la partie supérieure CH_1 et de la partie inférieure CH_2. La face circuit imprimé comportant le revêtement 2_0 en matériau diélectrique isolant est placée au voisinage de la garniture interne en matériau de type mousse semi-conductrice.

Ainsi que représenté sur la figure 7b notamment, les deux faces opposées formant partie supérieure CH_1 et CH_2 du châssis comportant la garniture interne en mousse semi-conductrice constituent en fait des garnitures internes à face corruguée, ainsi que représenté sur la figure précitée.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

Les corrugations introduites présentent une profondeur h dans la direction perpendiculaire aux parties supérieure CH_1 et inférieure CH_2 et un espacement d dans une deuxième direction perpendiculaire à cette première direction.

Sur la figure 7a, on a représenté différents modes de réalisation des corrugations susceptibles d'être utilisées pour réaliser les garnitures internes au moyen des mousses semi-conductrices 2_1 précédemment mentionnées. Différentes formes de corrugations peuvent être utilisées, des corrugations pyramidales au point A de la figure 7a, dièdres au point B de cette même figure 7a, et enfin de type accordéon et ressort respectivement, ainsi que représenté aux points C et D de la même figure 7a précitée. Dans le cas de corrugations de type accordéon, on indique qu'une feuille de mousse d'épaisseur suffisante peut être soumise à un pliage accordéon, ainsi que représenté en figure 7a, la structure accordéon étant alors maintenue au moyen de tiges de maintien isolantes, portant la référence 2_2.

Dans le cas du point D de la figure 7a, le ressort peut être réalisé au moyen d'éléments préformés de mousse de matériau semi-conducteur, ces éléments préformés étant successivement assemblés en tête-bêche symétriquement par rapport à un plan vertical et soumis à un collage adapté, l'ensemble étant maintenu par l'intermédiaire de tiges de maintien 2_2.

En ce qui concerne le dimensionnement des corrugations précitées, on indique que les plaques ou garnitures de mousse de matériau semi-conducteur peuvent être réalisées de manière analogue à celle utilisée dans les chambres anéchoïques, la hauteur moyenne des indentations ou corrugations étant de l'ordre de $h = 5\ cm \pm 3\ cm$.

En règle générale, pour une hauteur h égale à 5 cm ± 3 cm ainsi que cité précédemment, l'espacement d est alors pris égal sensiblement à la valeur $n/2$.

Bien entendu, la face pointue des corrugations est dirigée vers le circuit à protéger à courte distance de

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

celui-ci, c'est-à-dire quelques centimètres.

En outre, on indique que les plaques supérieure et inférieure CH_1 et CH_2 électriquement isolées peuvent alors, de manière particulièrement avantageuse, être utilisées de façon à créer un champ électrostatique permettant de bloquer les microdécharges.

Dans ce but, les deux faces externes précitées CH_1 et CH_2 opposées aux faces internes corruguées précitées jouent le rôle vis-à-vis de ces dernières d'un revêtement électriquement conducteur, ce revêtement électriquement conducteur étant porté à une différence de potentiel électrique statique déterminée par l'intermédiaire d'un générateur de tension continue E, tel que représenté sur la figure 7b. La tension appliquée pour créer le champ électrostatique est de l'ordre de 80 à 100 V, cette tension étant appliquée aux plaques CH_1 et CH_2 par l'intermédiaire d'une résistance R de valeur 100 KΩ à 1 MΩ afin de limiter l'intensité résiduelle en cas de contact accidentel.

D'une manière générale, on indique que les mousses corruguées doivent présenter des dents de longueur au moins égales à la plus faible longueur d'onde à absorber qui peut atteindre, voire dépasser, 30 cm.

De manière préférentielle, le revêtement 2_1 de mousse semi-conductrice corruguée voit son efficacité améliorée dans le cas où celui-ci adhère aux surfaces conductrices du châssis, c'est-à-dire les plaques CH_1 et CH_2. Dans un tel cas, l'absorption apparaît plus complète en raison du fait que l'onde est soumise à réflection sur la paroi métallique correspondante.

Dans un mode de réalisation préférentiel, on indique que le revêtement 2_1 était constitué par plusieurs plaques de mousse semi-conductrice, collées entre elles avec interposition de cartons graphités, seule la face interne tournée vers le circuit électronique CE présentant bien entendu les corrugations. Le carton graphité peut être remplacé par une plaque de cuivre d'épaisseur 0,1 à 0,2 mm.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

Enfin, un mode de réalisation particulier du dispositif, objet de la présente invention, plus particulièrement destiné à la protection contre les perturbations radioélectriques engendrées par le phénomène de microdécharges d'interface lorsque ces perturbations radioélectriques sont guidées, sera maintenant décrit dans le cas où le circuit protégé est une alimentation électrique.

Le phénomène de guidage de l'onde électromagnétique engendrée par le phénomène de microdécharges d'interface est particulièrement gênant lorsqu'un appareil non protégé contre le phénomène de microdécharges d'interface est raccordé au système, bien que cet appareil présente par ailleurs des qualités de performances parfaites en basses fréquences. Dans un tel cas, l'onde associée aux microdécharges se propage sur les conducteurs de raccordement et perturbe ainsi l'appareil connecté.

Dans un tel cas, le dispositif, objet de la présente invention, comprend, ainsi que représenté en figure 8, un ensemble de câbles protégés CP, chaque câble étant utilisé pour assurer la connexion vis-à-vis d'une des bornes positive, négative ou de masse de l'alimentation stabilisée proprement dite, et les câbles protégés CP étant réunis en un faisceau, le faisceau étant lui-même entouré d'un manchon de mousse en matériau semi-conducteur, portant la référence 2_0 sur la figure 8. Le manchon est lui-même enserré à ses extrémités par des bagues ou tores en matériau ferromagnétique portant la référence 2_1 sur la figure 8. Un tore de ferrite 2_1 peut également être inséré sur le cordon de connexion de l'alimentation stabilisée au réseau secteur. Dans un mode de réalisation préférentiel, on indique que ce cordon pourra présenter un conducteur de masse raccordé à la masse de la prise secteur par une impédance appropriée, inductance de choc ou résistance carbone de 270 Ω.

En outre, ainsi que représenté schématiquement sur la figure 8, chaque câble protégé CP est relié par l'intermédiaire d'un circuit d'atténuation RC au câble constitutif

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

de la liaison de masse du dispositif à alimenter avec l'alimentation stabilisée. On rappelle que le circuit d'atténuation RC peut être constitué par un condensateur à air ou encapsulé sous vide de valeur de l'ordre de 100 pF, alors que les bornes elles-mêmes de l'alimentation stabilisée peuvent avantageusement être reliées par des capacités à air ou encapsulées sous vide, de valeur plus importante comprise entre 100 et 500 pF. Enfin, le conducteur de masse de l'alimentation stabilisée, au niveau de la connexion à l'appareil à alimenter, peut être relié à la terre par l'intermédiaire d'une résistance R de même valeur, sensiblement.

Ainsi, les circuits d'atténuation R, C' constituent une adaptation d'impédance pour les microdécharges en mode différentiel, alors que la résistance R joue le même rôle pour le mode commun.

Afin de diminuer les perturbations dues aux microdécharges d'interface en mode commun, il est avantageux, sur chaque appareil, de trouver le bon sens de connexion de la prise secteur afin notamment que la connexion de neutre du secteur soit reliée à la borne adaptée de la tension d'alimentation, d'isoler les masses des sources et de relier la masse seule de l'amplificateur à la terre locale par une résistance, la résistance R de valeur précédemment mentionnée, comprise entre 50 et 270 Ω.

Afin de trouver le bon sens de connexion de la prise secteur, sens selon lequel la surface externe du transformateur est reliée au neutre, ce qui permet de réduire le niveau de parasitage secteur, il est alors possible de procéder selon les manières classiques connues de l'homme de l'art.

Des essais de mise en oeuvre des dispositifs conformes à l'objet de la présente invention ont été réalisés au sein des laboratoires d'ELECTRICITE DE FRANCE.

Ces essais ont permis de mettre en évidence que le rendu subjectif d'une chaîne haute fidélité par exemple

pouvait être considérablement modifié par le simple déplacement des écrans destinés à protéger les circuits électroniques à composants discrets, tel que représenté en figures 7a et 7b.

Lors des déplacements de ces écrans, il a été successivement obtenu :

- un son particulièrement mat, voire éteint, avec des extinctions de notes rapides et un aspect global feutré dans le mauvais sens du terme,
- un son de grande qualité avec des extinctions de notes prolongées et une excellente séparation des signaux avec un sentiment global d'espace particulièrement agréable,
- un son que l'on peut qualifier d'agressif lorsque les extinctions de notes sont bien prolongées et semblent alors difficiles à séparer. L'expérience globale de l'auditeur est alors un sentiment de distorsion vite insupportable qui incite alors ce dernier à baisser le volume rapidement.

Une interprétation globale du phénomène sera donnée ci-après.

Le signal audio transmis et traité par exemple dans une chaîne haute fidélité est généralement constitué, lorsqu'il s'agit d'un signal musical, d'une attaque, du corps du signal proprement dit et d'une traînée ou extinction de la note, cette traînée pouvant être à un niveau sonore de l'ordre de -20 à -40 dB par rapport au corps du signal.

Cette traînée, fondamentale pour la qualité de musicalité du signal perçu par l'auditeur, voit sa perception gravement perturbée par les parasites radioélectriques engendrés par les microdécharges d'interface. En effet, le reste du signal, voire des causes extérieures, engendre une onde électromagnétique due aux microdécharges, laquelle est redressée ou démodulée par les éléments non linéaires du circuit, éléments non linéaires tels que les soudures et autres contacts bimétalliques, ce qui conduit à la création d'un bruit de fond à large spectre qui n'existe qu'en

présence du signal audio.

La protection contre les phénomènes de microdécharges d'interface mise en oeuvre grâce au dispositif, objet la présente invention dans les différentes situations précédemment décrites dans la présente description, permet d'assurer une telle protection en atténuant ou en supprimant les effets de l'onde électromagnétique engendrée par le phénomène de microdécharges précité.

Les solutions préconisées et précédemment décrites permettent alors :

- d'empêcher la production des microdécharges lorsque cette production peut être empêchée sans nuire au fonctionnement du circuit précité,

- d'interdire l'accès de l'onde électromagnétique engendrée par les microdécharges d'interface aux circuits sensibles,

- d'absorber l'onde électromagnétique précitée au niveau de l'ensemble des circuits.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection d'un circuit électrique contre les microdécharges d'interface, et les parasites radioélectriques engendrés par ces microdécharges d'interface, caractérisé en ce que ledit dispositif comprend, au voisinage dudit circuit électrique, des moyens d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface comprennent des moyens absorbants de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface comprennent des moyens absorbants des vibrations mécaniques susceptibles d'affecter ledit circuit électrique, ce qui permet de réduire la contribution tribo-électrique à ladite onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens d'atténuation de l'onde électromagnétique engendrée par ces microdécharges d'interface comprennent un revêtement de matériau semi-conducteur appliqué sur la surface externe du conducteur électrique, la résistivité linéique dudit matériau semi-conducteur étant choisie dans une plage de valeurs adaptée de façon à permettre à la fois le maintien de la surface externe du conducteur électrique à un potentiel électrique statique de valeur locale constante voisine de celle du conducteur électrique et d'absorber l'ensemble des courants électriques erratiques de décharge provoqués par les microdécharges d'interface et, ainsi, d'atténuer l'onde électromagnétique engendrée par celles-ci.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

en ce que ledit revêtement semi-conducteur présente une résistivité linéique de valeur ρ comprise entre 0,1 Ω x m et 10 Ω x m.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque ledit circuit électrique est celui d'un haut-parleur, ce haut-parleur comprenant une culasse magnétique munie d'un logement d'entrefer, une bobine électrique solidaire d'une membrane de haut-parleur, cette bobine électrique étant engagée dans le logement d'entrefer, et des bornes et câbles de liaison de ces bornes vers les bornes de sortie d'un amplificateur électrique, ce dispositif comprend au moins :

- une garniture en mousse de matériau semi-conducteur placée en fond dudit logement d'entrefer, les parois dudit logement d'entrefer comportant en outre un revêtement en matériau semi-conducteur ;

- un revêtement en matériau semi-conducteur recouvrant les conducteurs formant ladite bobine électrique ;

- un revêtement protecteur desdites bornes et câbles de liaison de ces bornes, ledit revêtement protecteur étant constitué par un matériau semi-conducteur recouvrant ces bornes et ces câbles de liaison sur au moins une partie de ces derniers ;

- un filtre réjecteur des très hautes fréquences radioélectriques connecté à l'extrémité des câbles ou de la partie des câbles de liaison recouverte par le matériau semi-conducteur.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, lorsque ledit circuit électrique est celui d'une cellule de lecture d'un phonocapteur, comprenant un bras de lecture équipé d'une tête de lecture à bobines mobiles, reliée par des câbles électriques à un connecteur de sortie, ledit dispositif comporte au moins :

- un revêtement en matériau semi-conducteur recouvrant les fils constitutifs desdites bobines mobiles et les câbles électriques ;

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

- une garniture en mousse de matériau semi-conducteur enrobant l'ensemble de la tête de lecture sensiblement et lesdits câbles électriques sur la longueur du bras de lecture ;

- un filtre réjecteur des très hautes fréquences radioélectriques assurant la liaison entre l'extrémité libre desdits câbles électriques et ledit connecteur de sortie.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, lorsque ledit circuit électrique est celui d'un transformateur de tension d'alimentation, comprenant un bobinage primaire et un bobinage secondaire, ledit dispositif comporte au moins une enceinte étanche munie de traversées étanches, ladite enceinte étanche contenant ledit bobinage primaire et ledit bobinage secondaire étant remplie d'un matériau semi-conducteur, absorbant des vibrations mécaniques, les bobinages primaire et secondaire étant interconnectés auxdites traversées étanches.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les fils électriques constitutifs des bobinages primaire et secondaire comportent un revêtement en matériau semi-conducteur.

10. Dispositif selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que ledit matériau semi-conducteur, absorbant des vibrations mécaniques, est un matériau pulvérulent comportant de 0,2 à 0,8% en masse de graphite.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que lesdites traversées étanches sont formées par des conducteurs électriques munis d'un revêtement de matériau semi-conducteur s'étendant à l'extérieur de l'enceinte étanche, chaque conducteur comportant en outre à l'extérieur de l'enceinte étanche un tore en ferrite entourant le conducteur et le revêtement.

12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que ladite enceinte étanche est une enceinte à double paroi, l'interstice ménagé entre la double

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

paroi étant rempli d'un matériau semi-conducteur liquide.

13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que, lorsque le circuit électrique est celui d'un transformateur d'isolement constitué d'un premier et d'un deuxième transformateur interconnectés par leur bobinage secondaire, celui-ci comprend, dans un boîtier étanche :

- lesdits premier et deuxième transformateurs interconnectés par leur bobinage secondaire, le bobinage primaire de chaque transformateur étant interconnecté à des bornes d'entrée-sortie par l'intermédiaire de traversées étanches ;

- un circuit d'atténuation à résistance capacité interconnecté en parallèle entre les bobinages secondaires interconnectés desdits transformateurs ;

- un matériau semi-conducteur ensevelissant lesdits premier et deuxième transformateurs et ledit circuit d'atténuation.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit circuit d'atténuation comporte au moins :

- une résistance d'adaptation, et, connectée en série avec cette résistance,

- au moins une capacité électrique encapsulée sous vide, dans l'air ou dans un gaz neutre.

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, ledit circuit électrique étant un circuit électronique multicomposants discrets ou intégrés montés sur une plaquette à circuit imprimé, ledit dispositif comporte au moins :

- un boîtier ouvert à une de ses extrémités contenant ledit matériau semi-conducteur sous forme liquide ;

- une enveloppe de protection du circuit électronique, en matériau plastique, l'ensemble constitué par le circuit électronique et l'enveloppe de protection étant immergé dans le matériau semi-conducteur liquide, ladite

BNSDOCID: <FR__2765069A1_I_>

enveloppe assurant l'étanchéité dudit récipient audit matériau semi-conducteur liquide.

16. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit électrique étant un circuit électronique multi-composants discrets ou intégrés montés sur une plaquette à circuit imprimé, ledit dispositif comporte au moins un boîtier ouvert à l'une de ses extrémités, ce boîtier contenant :

- ledit circuit électronique multi-composants ;
- une pluralité de coussins de calage de ce circuit, chaque coussin consistant en une enveloppe formée en matériau plastique remplie d'un matériau semi-conducteur.

17. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit électrique étant un circuit électronique multicomposants discrets ou intégrés montés sur une plaquette à circuit imprimé, ledit dispositif comporte au moins un boîtier ouvert à au moins l'une de ses extrémités, ce boîtier contenant :

- ledit circuit électronique multicomposants, la face circuit imprimé comportant un revêtement en matériau diélectrique isolant ;
- une garniture interne en matériau du type mousse semi-conductrice placée sur la face interne du boîtier, ladite face circuit imprimé comportant le revêtement en matériau diélectrique isolant étant placée au voisinage de ladite garniture interne en matériau de type mousse semi-conductrice.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que deux faces opposées au moins de la garniture interne sont des faces corruguées.

19. Dispositif selon l'une des revendications 17 ou 18, caractérisé en ce que deux faces externes du boîtier opposées aux faces internes corruguées de la garniture interne comportent un revêtement électriquement conducteur, lesdits revêtements électriquement conducteurs étant portés à une différence de potentiel électrique statique détermi-

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

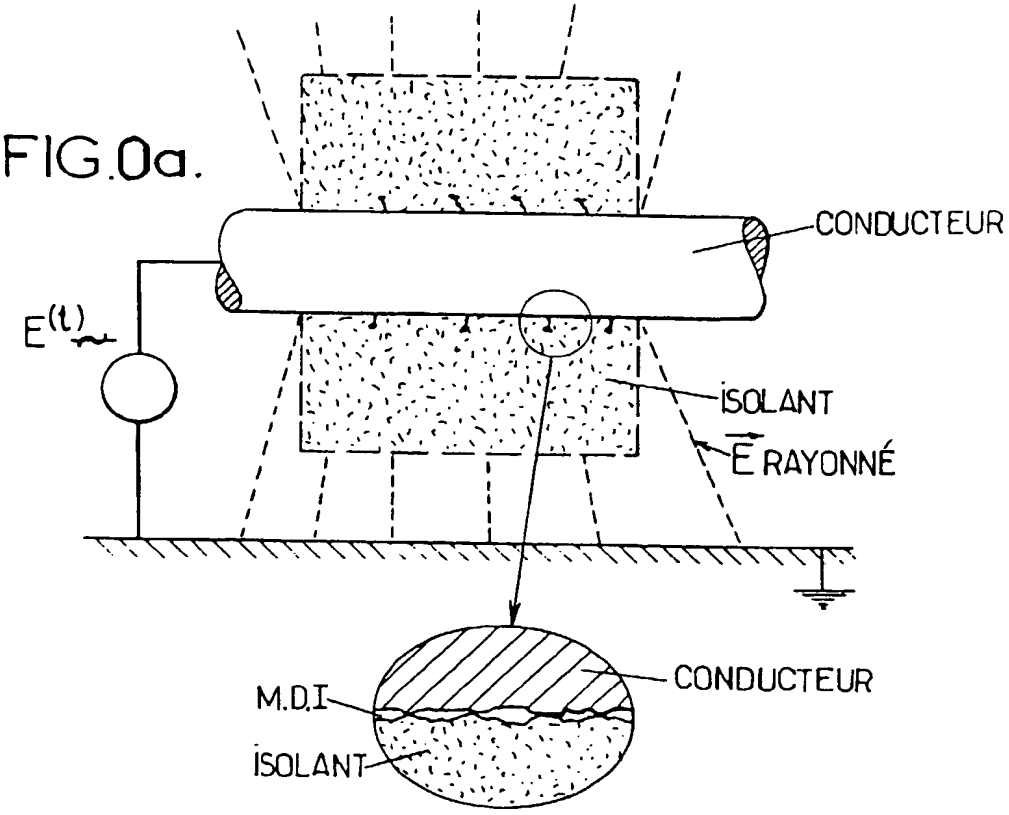
née.

20. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit électrique étant constitué par une prise comportant au moins une fiche de connexion de masse ou par un câble électrique, ledit dispositif comprend au moins :

- un manchon formant anneau de garde placé autour de la fiche de connexion ou du câble électrique, ce manchon étant constitué en une mousse semi-conductrice ;

- au moins un tore ou bague en ferrite au voisinage de ce manchon.

FIG.0a.



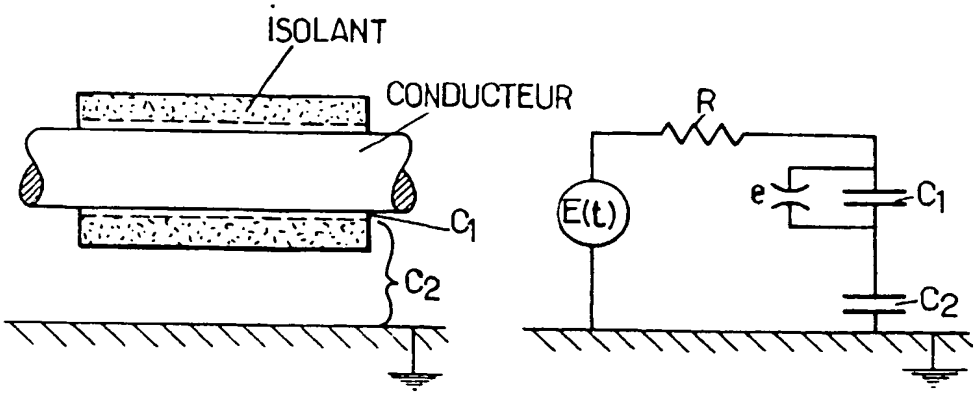


FIG.0b.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

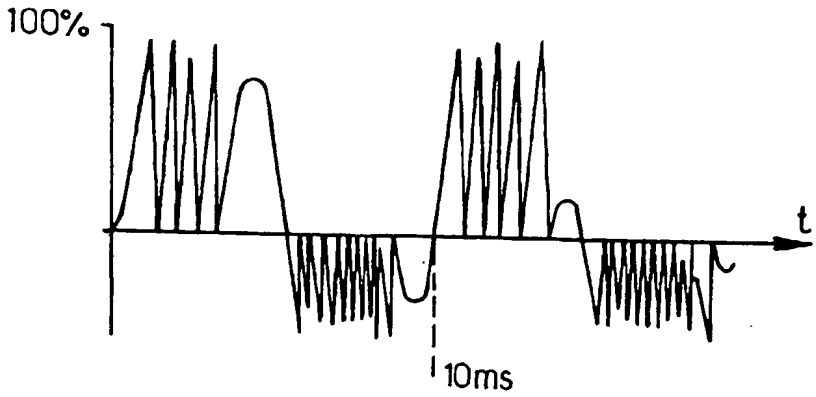


FIG.0c.

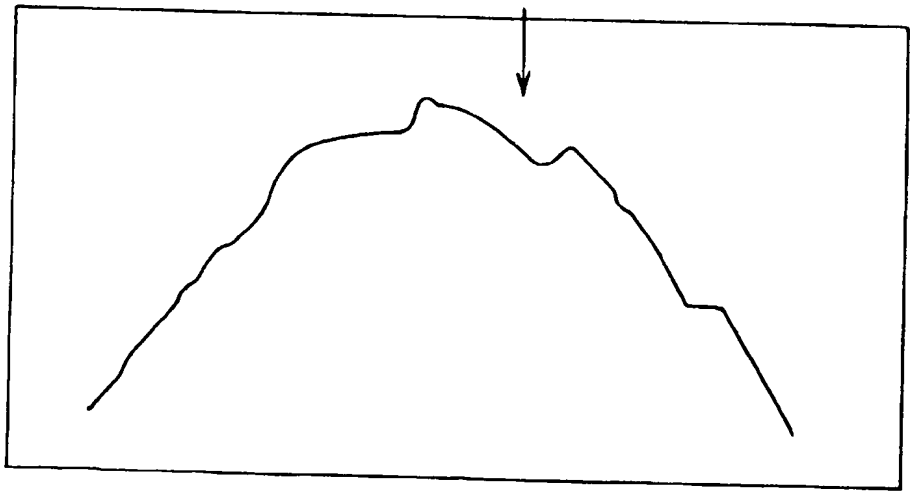
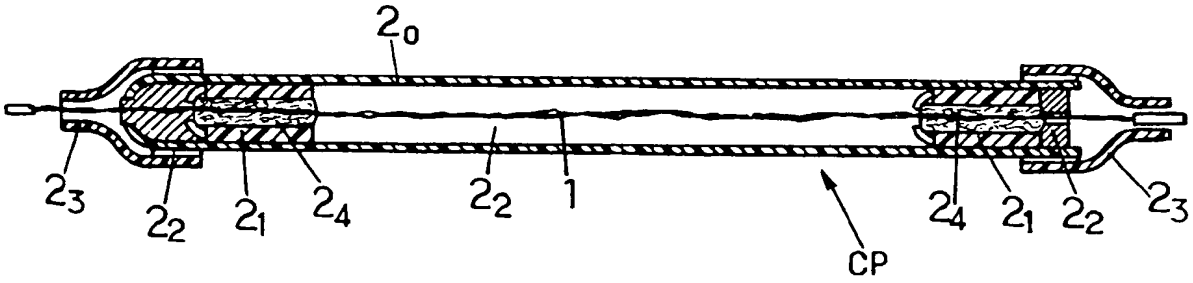


FIG.0d.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

FIG.1a.



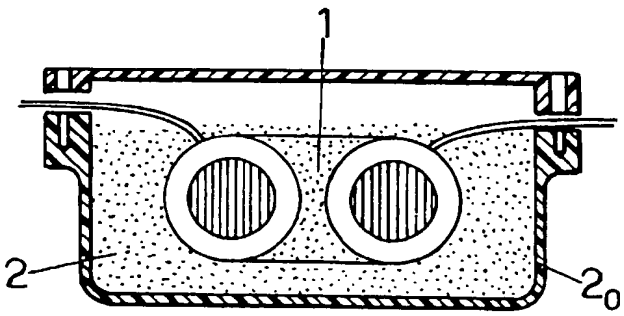


FIG.1b.

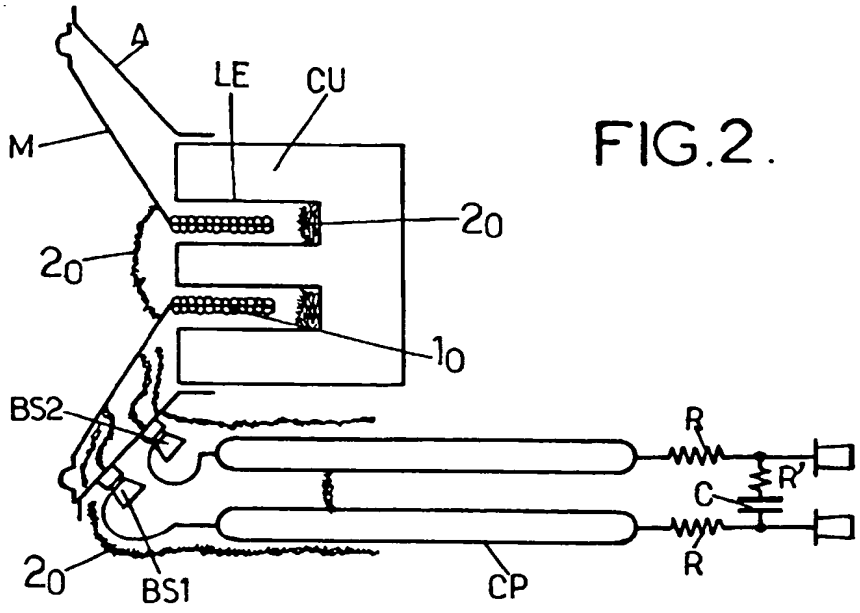
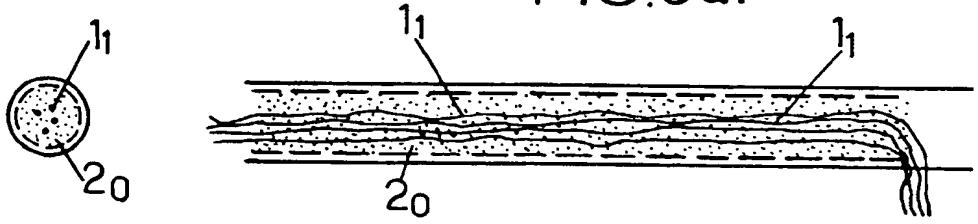


FIG.2.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

FIG.3a.



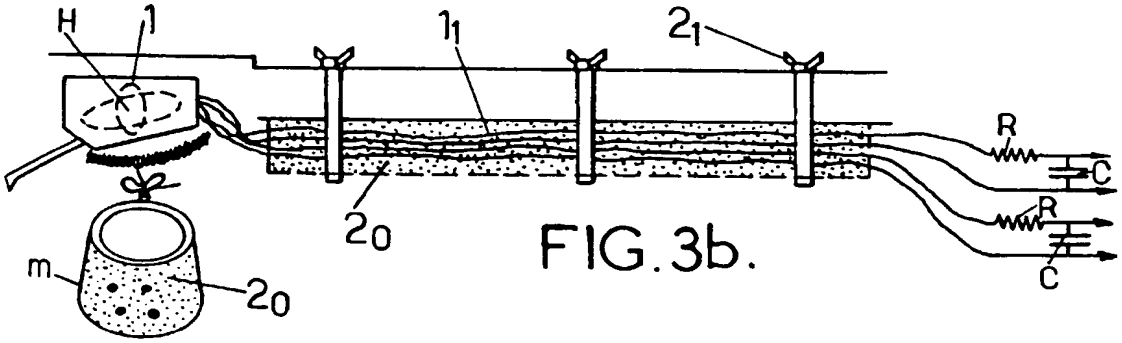


FIG.3b.

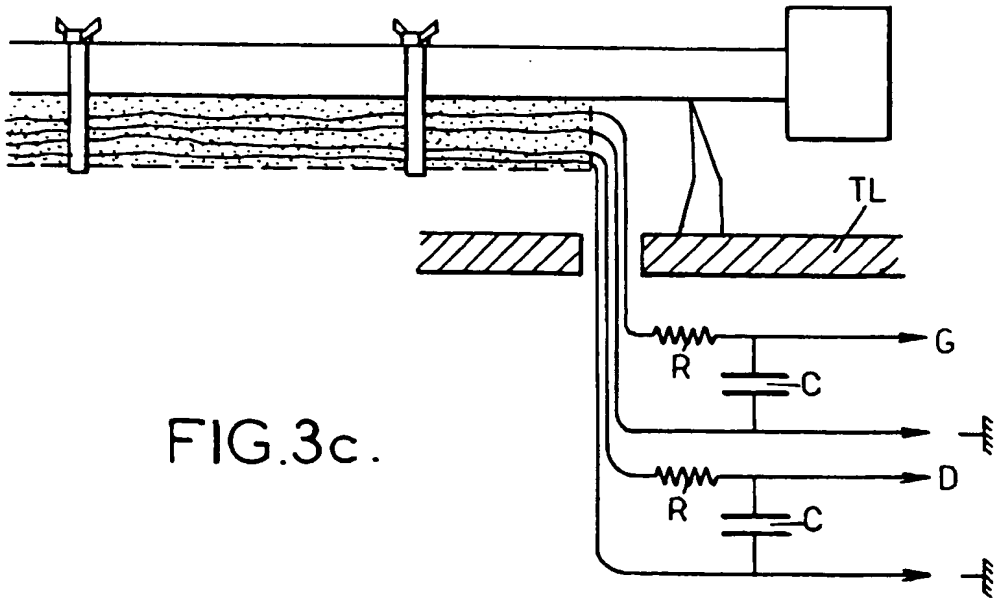


FIG.3c.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

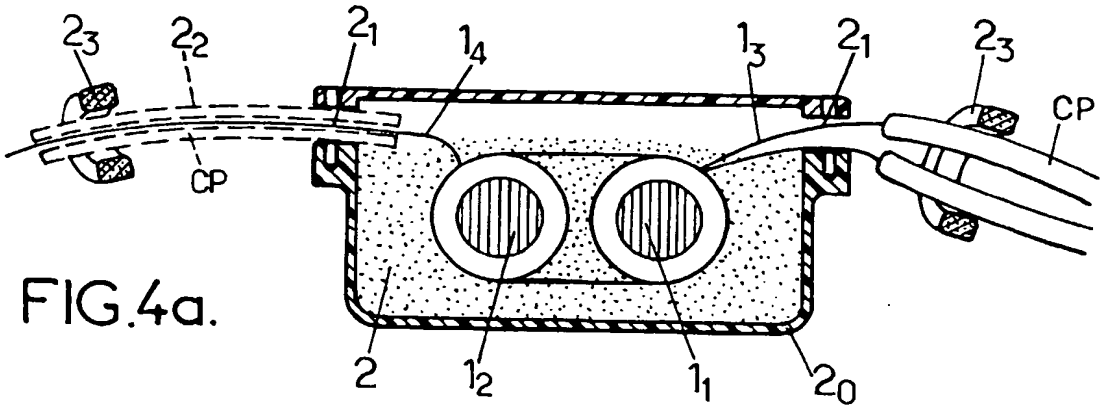


FIG.4a.

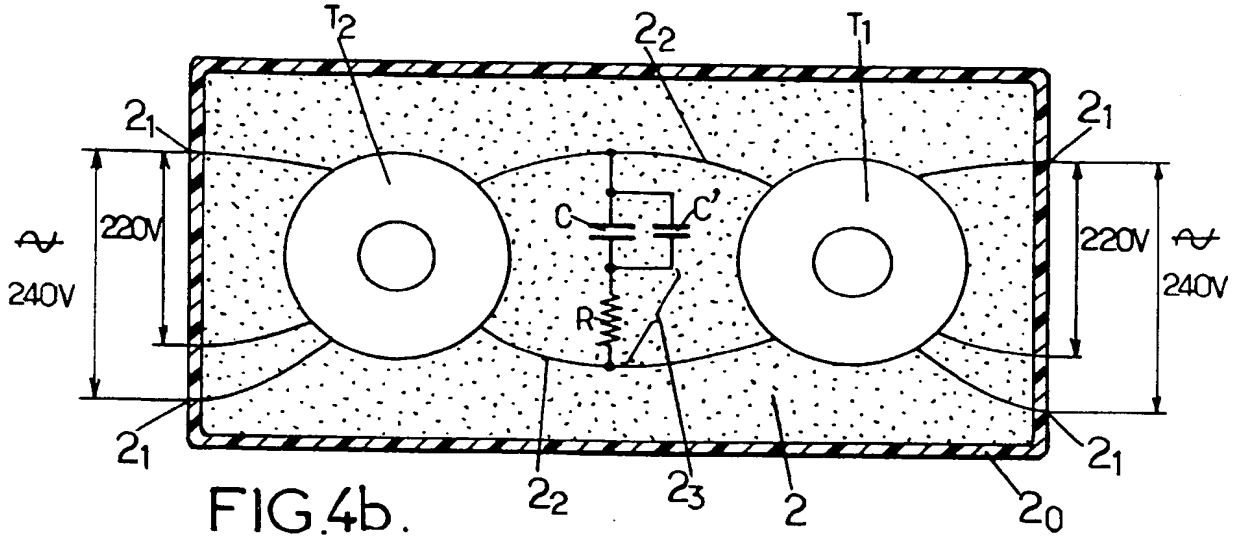


FIG.4b.

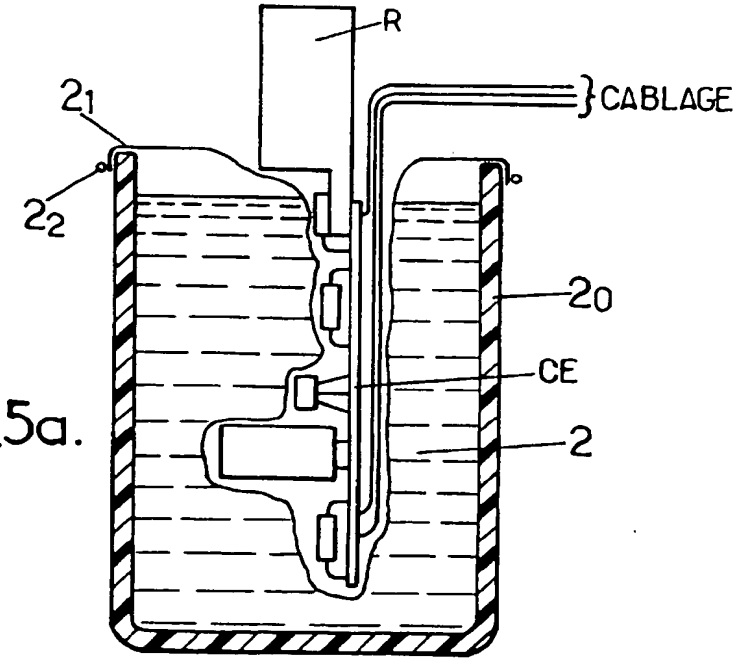
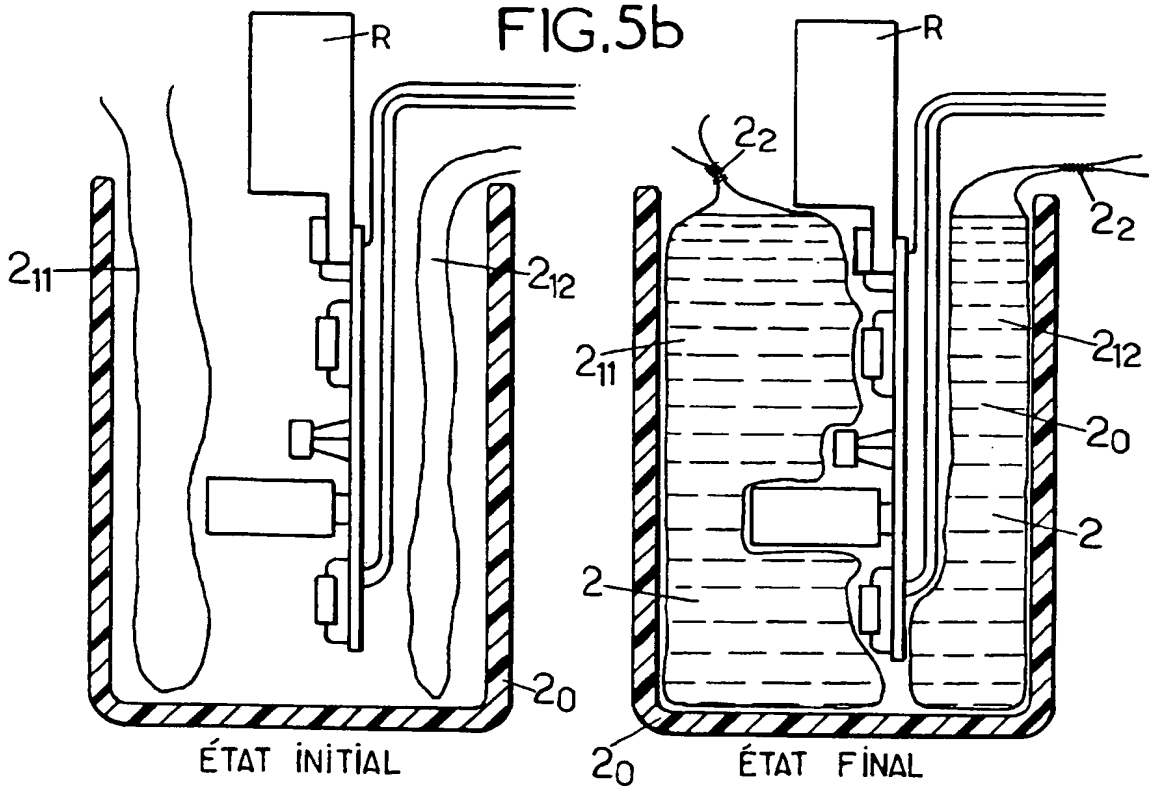


FIG.5a.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

FIG.5b



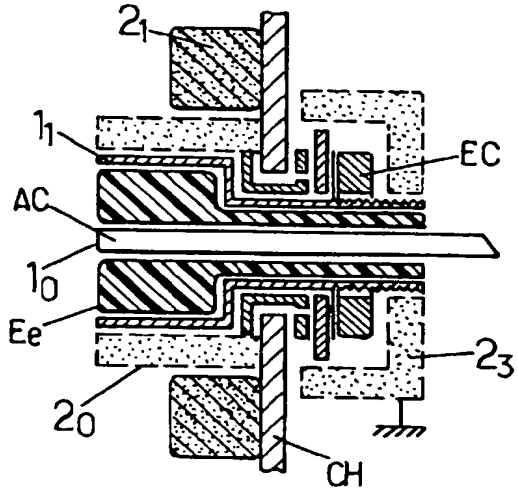


FIG.6a.

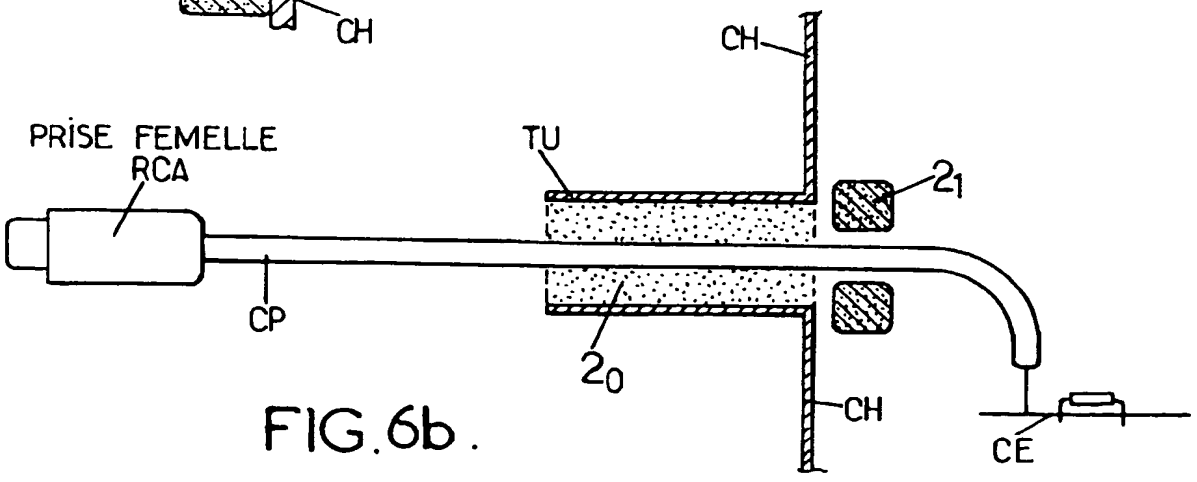


FIG.6b.

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

FIG.6c.

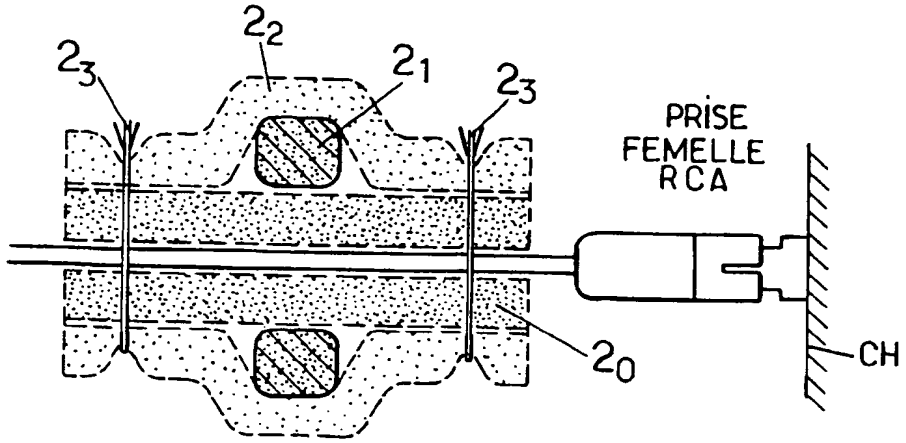
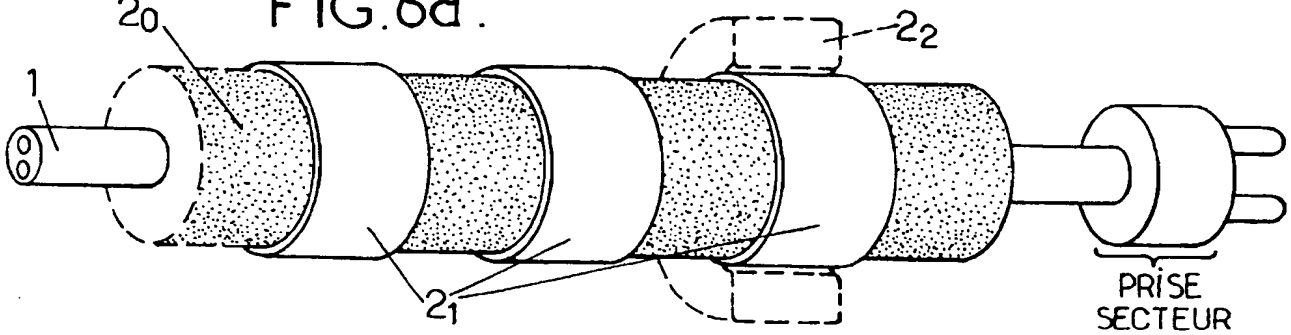


FIG.6d.



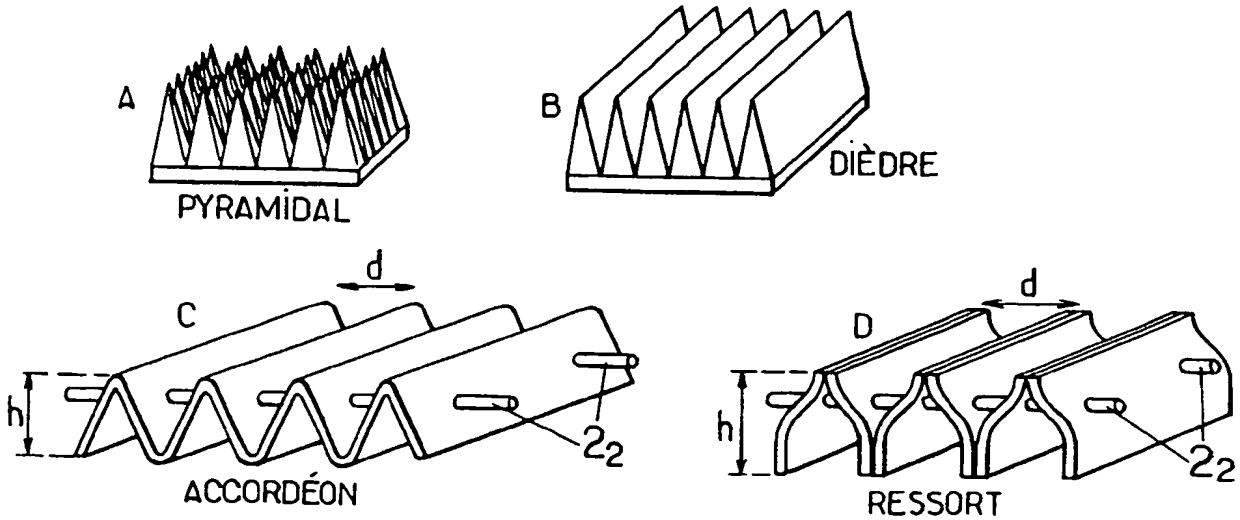


FIG.7a

BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

FIG.7b.

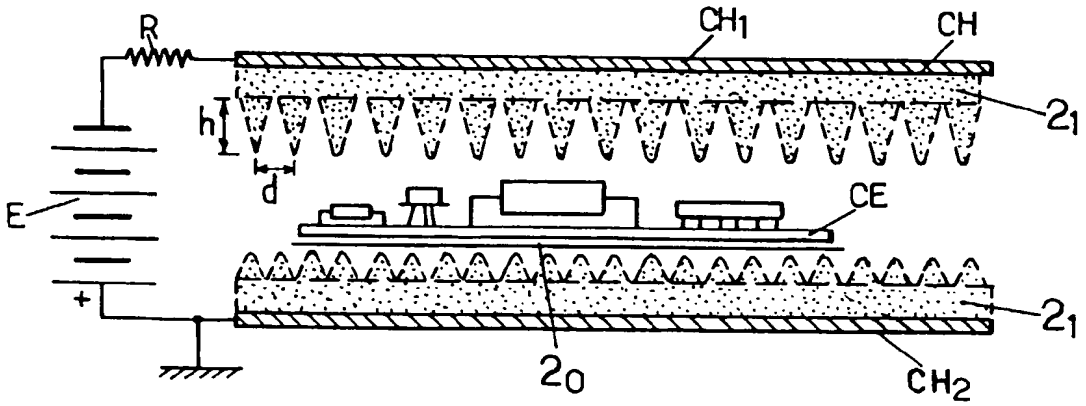
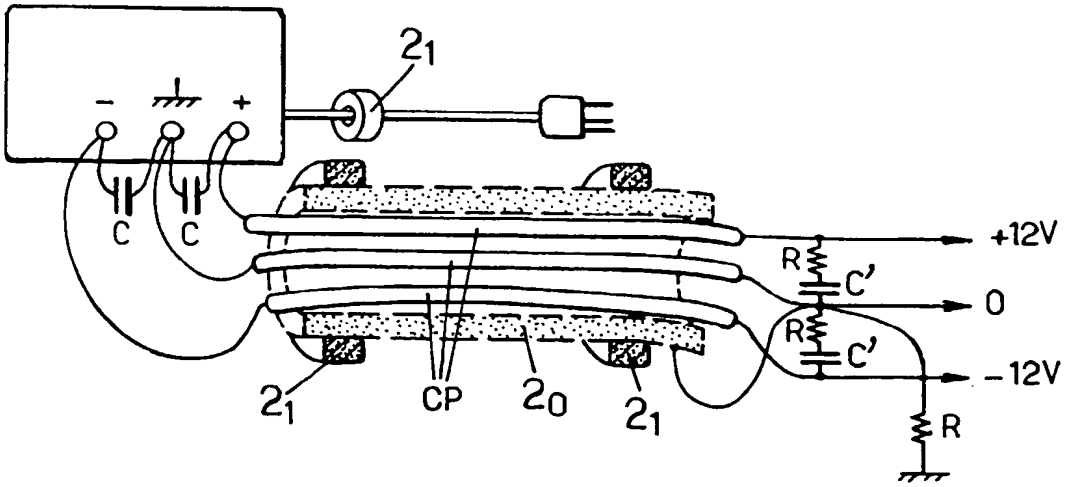


FIG.8.



BNSDOCID: <FR___2765069A1_I_>

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2765069

N° d'enregistrement national

FA 543759
FR 9707837

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 4 327 349 A (ETTINGER ROBERT H ET AL) * le document en entier * ---	1,6
X	EP 0 271 407 A (NOEL GERARD PHILIPPE ALAIN) * le document en entier * ---	1,8
E	WO 97 44794 A (BIANCHI EDGARDO ;CHIAPPINI CLAUDIO ANGELO (IT)) * le document en entier * ---	1-5,8,9
A	EP 0 572 276 A (WESTERN ATLAS INT INC) * le document en entier * ---	1
A	US 4 441 038 A (TANAKA MASAMICHI ET AL) * le document en entier * -----	1

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
H05K H01F H01B H04R

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
24 février 1998	Toussaint, F

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

DOCID: <FR___2765069A1_I_>